



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Hållbar dagvattenhantering i framtida städer

- En fallstudie i Luleå

Sustainable water management in future cities

- Site study in Luleå, Sweden

Josefine Öhgren

Självständigt arbete • 15 hp
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2017

Hållbar dagvattenhantering i framtida städer

- En fallstudie i Luleå

Sustainable water management in future cities

- Site study in Luleå, Sweden

Josefine Öhgren

Handledare: Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Arne Nordius, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Josefine Öhgren

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: dagvatten, öppen dagvattenhantering, skyfall, klimatförändringar, dagvattenlösningar

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammandrag

Redan år 1990 släpptes den första rapporten om klimatförändringar från FN:s klimatpanel IPCC. År 2014 släpptes den femte rapporten som hävdar att ett varmare klimat förväntas med följer av stigande havsnivåer, fler stormar och kraftigare skyfall. Både Malmö och Köpenhamn har under de senaste 10 åren drabbats av extrema skyfall som orsakat stora problem med översvämningar. De betydande konsekvenserna har medfört enorma kostnader för städerna och för att undvika att katastroferna händer igen, har både Malmö och Köpenhamn upprättat varsin skyfallsplan. Dessa skyfallsplaner ska vägleda arbetet mot att anpassa de täta och hårdgjorda städerna för skyfall och förebygga konsekvenserna av översvämningar.

Genom att anlägga fler gröna ytor eller mångfunktionella platser, vill städerna i samband med detta tillföra fler rekreativa vinster för invånarna. Intresset för att anpassa städer för skyfall borde ses som en självklarhet för kommuner i hela Sverige. Luleå är en kommun som ligger ca 150 mil från Malmö och Köpenhamn, som är beläget precis vid Bottenvikens norra kust. På grund av geografisk placering har Luleå andra förutsättningar än Malmö och Köpenhamn, men risken för översvämningar är fortfarande stor. Resultatet av fallstudien visar att Luleå kommun använder sig av många liknande lösningar såsom Malmö och Köpenhamn, men grundprincipen att förebygga just skyfall och tillåtelsen att låta vissa områden få svämma över utan större skador är inte densamma.

Abstract

As early as 1990, the first report on climate change was released from the UN Climate Panel of the IPCC. The fifth report was released in 2014. It claims that a warmer climate is expected which will lead to rising sea levels, more storms and heavier clouds. Extreme floods have affected both Malmö and Copenhagen over the past 10 years, which has caused major flood problems. The significant consequences have led to enormous costs for the cities. In order to avoid these disasters happening, both Malmö and Copenhagen have set up skyfall programs. These skyfall programs will guide the work towards adapting the dense and toughened cities to prevent the consequences of floods.

By establishing more green spaces or multi functional locations, the cities will add more recreational benefits to the residents. The interest in customizing cities for these kinds of extreme rain should be seen as a matter of significance for municipalities throughout Sweden. Luleå is a municipality located about 150 kilometers from Malmö and Copenhagen, located on the northern coast of the Gulf of Bothnia. Due to geographical location Luleå has different conditions than Malmö and Copenhagen, but the risk of floods is still high. The outcome of the case study shows that Luleå municipality uses many similar solutions as Malmö and Copenhagen. The basic principle to anticipating skyfalls and permission to allow some areas to flood without major damage are however not the same.

Förord

Detta är ett kandidatexamensarbete om 15 hp som gjorts på landskapsarkitektprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning i Alnarp. Mitt intresse för urban dagvattenhantering väcktes för första gången under hösten 2014 då ett kraftigt skyfall drabbade Malmö och orsakade stora översvämningar i staden. Under mina tre första år på landskapsarkitektprogrammet har ämnet och intresset följt med mig och kandidatexamensarbetet gav mig en möjlighet att undersöka arbetet i stort.

Jag skulle vilja rikta ett stort tack till min handledare Åsa Bensch och till vänner och familj för stöd och uppmuntran. Jag vill även tacka alla de personer som hjälpt mig med information angående Malmö stads och Luleås arbete.

Josefine Öhgren
Alnarp, Maj 2017

Innehållsföteckning

Sammandrag

Abstract

Förord

1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Mål & Syfte	8
1.3 Frågeställningar	8
1.4 Metod & material	8
1.5 Avgränsning	9
1.6 Begreppsordslista	10
2. Litteraturstudie	12
2.1 Klimatförändringar	12
2.2 Dagvattenhantering historiskt och idag	12
2.3 Den hållbara staden	13
2.4 Skyfallsplaner	14
2.4.1 Malmö Skyfallsplan	15
2.4.2 Københavns Kommunes Skybrudsplan	21
3. Lokala lösningar för dagvattenhantering i staden	25
3.1 Lokalt omhändertagande av dagvatten privat mark	26
3.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten fastighet, verksamhet, flerfamiljshus och allmänna platser	28
3.3 Lokala flödesvägar och fördröjningsytor	30
3.4 Översvämningsytor	33
4. Fallstudie Kronandalen i Luleå	35
4.1 Introduktion Kronandalen	36
4.2 Hantering av dagvatten i Kronandalen	38
6. Diskussion	42
6.1 Lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten	42
6.2 Likheter och olikheter mellan Malmö stad och Köpenhamn kommun	42
6.3 Likheter och olikheter mellan Kronandalen, Malmö stad och Köpenhamn kommun	43
6.4 Metod & arbetsprocess	44
7. Slutsats	45
8. Avslutande reflektion	45
9. Källförteckning	47
10. Figurförteckning	49

1. Inledning

1.1 Bakgrund

När jag flyttade ner till Skåne hösten 2014 möttes jag av det kraftigaste regnovädet jag någonsin varit med om. Min första tanke var att det alltid regnade så mycket i Skåne, men det tog inte länge innan jag förstod att detta var en av de största regnkatastroferna som någonsin drabbat Malmö. Jag har länge haft ett stort intresse för miljön och hur den påverkas av klimatförändringar. Under min utbildning på landskapsarkitekturprogrammet har även mitt intresse för dagvattenhantering väckts och det är ett ämne jag vill lära mig mer om.

Platser i världen som tidigare varit förskonade från översvämningar har under de senaste åren även de blivit drabbade av klimatförändringarnas konsekvenser (Malmö Stad, 2016). Under de senaste 10 åren har både Malmö och Köpenhamn drabbats av kraftiga skyfall som resulterat i katastrofala översvämningar på många platser. Detta har orsakat kaos på kort sikt i samhället bl.a. med inställd kollektivtrafik, trafikstörningar och begränsad framkomlighet. Både privata och offentliga fastighetsägare har drabbats av betydande kostnader på grund av sanering och reparationskostnader i ett stort antal byggnader. Detta har medfört stora ekonomiska följder och för att förebygga konsekvenserna av kommande skyfall har både Malmö stad och Köpenhamn kommun färdigställt en Skyfallsplan, som ska hjälpa städerna att bli mer motståndskraftiga.

Under min utbildning på landskapsarkitekturprogrammet i Alnarp har jag insett att vi i vår yrkesroll som landskapsarkitekter kan påverka och anpassa vår stad efter klimatet. En förändrad syn på dagvatten kan hjälpa oss att utforma våra utemiljöer mot ett mer resiliellt landskap som fortsätter fungera trots störningar, såsom klimatförändringar. I detta arbete vill jag undersöka på vilket sätt stadsplanerna i Luleå tar hänsyn till dagvattenhanteringen i planeringen av den nya stadsdelen Kronandalen. Luleå, där jag själv för övrigt är uppvuxen, är en kuststad i norra Sverige som ligger ca 150 mil från Malmö. Jag har själv ingen direkt erfarenhet av översvämningar i Luleå, men med tanke på havsnivåhöjningar, kraftigare snöfall och ett mer omväxlande väder finns det även risk för att Luleå kommer bli allt mer påverkat av klimatet, precis som Köpenhamn och Malmö.

Intressant är att se hur stadsplanerna i Luleå jobbar med dagvattenhantering i Kronandalen. I Malmö stads Skyfallsplan (2016) beskrivs de olika svårigheterna och utmaningarna med att skyfallsanpassa en stad; det tar lång tid, kräver kompetens och fodrar en stor finansiell insats. Samtidigt är skyfallen oerhört kostsamma för både samhället och individen när de väl inträffar. Ola Melin, dåvarande Stadsträdgårdsmästare i Malmö, menar att Malmö helt enkelt inte har råd att inte skyfallsanpassa Malmö (Malmö Stad, 2016).

1.2 Mål & Syfte

Syftet med detta arbete är att få en ökad kunskap om hur man arbetar med lokalt omhändertagande av dagvatten i stadsplanering. Målet är att sammanställa olika lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) samt undersöka hur man arbetar med LOD i Malmö, Köpenhamn och den nya stadsdelen Kronandalen i Luleå kommun.

1.3 Frågeställningar

- Vad finns det för olika lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten i den täta staden?
- Finns det likheter mellan vilka lösningar för hantering av dagvatten som man använder i befintliga delar av Malmö, Köpenhamn samt i den nya stadsdelen Kronandalen i Luleå? Vad finns det för olikheter?

1.4 Metod & material

För att få en förståelse över problematiken med översvämningar orsakade av kraftiga regn och undersöka möjliga åtgärder för hantering av problemet kommer en litteraturstudie att genomföras. Sökningar kommer att ske brett via sökmotorer såsom Epsilon, Primo, Google Scholar och Sciencedirect. Sökningarna sker både på svenska och engelska för att få en så bred träff som möjligt.

För att ta reda på hur Malmö stad och Köpenhamn kommun jobbar för att förebygga översvämningar kommer *Malmö Skyfallsplan* (2016) samt *Københavns Kommunes Skybrudsplan* (2012) att studeras. Med hjälp av dessa skyfallsplaner tillsammans med Peter Stahres forskning och arbeten kring hantering av dagvatten, kommer ett flertal olika lösningar av LOD för en tät stad att sammanställas. Båda skyfallsplanerna beskriver städernas arbete relativt övergripande, därför har fler dokument tillhörande Malmö stad studerats samt Peter Stahres arbete för att kunna göra en mer detaljerad sammanställning av lösningar.

Som fallstudie studeras det högaktuella byggandet av den nya stadsdelen Kronandalen i Luleå. Genom att studera olika handlingar, planer och program för Kronandalen samt via kommunikation med ansvariga för projektet och projekteringen kommer en sammanställning av Kronandalens planer för hantering av dagvatten att redovisas. Slutligen jämförs Malmös-, Köpenhamns- och Luleås arbete med dagvattenhantering, för att se vilka likheter och olikheter det finns mellan städerna.

1.5 Avgränsning

I detta arbete har jag valt att studera Malmö Skyfallsplan och Københavns Kommunes Skybrudsplan. Detta eftersom både Malmö och Köpenhamn är två städer som blivit drabbade av extrema regn och med bakgrund till detta valt att ta fram en plan hur de ska skyfallsanpassa staden och göra staden mer motståndskraftig. Jag har även inriktad mig på Peter Stahres *En långsiktig hållbar dagvattenhantering* för att studera hans metoder för hantering av dagvatten. Med kunskap från dessa handlingar har jag sedan gjort en sammanställning av ett antal vanliga lösningar för omhändertagande av dagvatten för privat mark, mark intill fastighet, verksamhet och flerfamiljshus, lokala flödesvägar och fördröjningsytor samt översvämningsytor.

I arbetet ingår även en fallstudie av projektet Kronandalen i Luleå, som är ett aktuellt bostadsområde under konstruktion. Jag har valt detta projekt eftersom jag själv har egna anknytningar till Luleå samt att det är intressant att se hur man planerar för dagvattenhantering i en kuststad i norra Sverige och om det finns andra saker att ta hänsyn till, exempelvis den stora mängden snö som smälter.

1.6 Begreppsordslista

Avrinningsområde	en topografisk uppdelning av dagvattnets naturliga flöde till recipient
Agenda 21	ett handlingsprogram antaget vid FN:s konferens om miljö och utveckling i Rio de Janeiro år 1992
Biodiversitet	variationsrikedom bland levande organismer av alla ursprung
Dagvatten	avrinningen av smält- och regnvatten
Duplikat ledningssystem	dagvatten och spillvatten leds i separata ledningssystem till reningsverk och recipient
Ekosystemtjänster	ekosystemets direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande
Hållbar dagvattenhantering	dagvattenlösningar som syftar till att ge ekonomiska, sociala och ekologiska värden
Infiltration	inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, t.ex. vattnet inträngs i jord eller berg
Kombinerat ledningssystem	dagvatten och spillvatten leds i gemensamt ledningssystem till reningsverk
Lokalklimat	ett mindre områdes klimat, exempelvis en stad eller ett skogsområde
Perkolation	sker i marken då infiltrerat dagvatten rör sig nedåt i markprofilen mot grundvattnet
Rio-deklarationen	ett handlingsprogram antaget vid FN:s konferens om miljö och utveckling i Rio de Janeiro år 1992
Recipient	hav, sjöar och vattendrag som är mottagare av dagvatten
Reservoar	ett förvaringskärl för vatten, exempelvis en sjö, damm
Skyfall	kraftig mängd nederbörd som faller på kort tid. SMHI: "minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut"

Spillvatten	avloppsvatten
Torrväder	perioder med uppehållsväder
Utströmningsområde	ett område dit det rinner mycket vatten och där grundvatten magasineras, vilket gör att grundvattennivån är naturligt hög. Från detta "magasin" så finns det utlopp i närliggande områden som då kallas inströmningsområden
Återkomsttid	ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga regn kan förväntas
Översvämning	mark som normalt inte står under vatten är tillfälligt täckt med vatten
Öppen dagvattenhantering	dagvatten som ej leds bort via slutna ledningar utan tas omhand i visuellt öppna system

2. Litteraturstudie

2.1 Klimatförändringar

Redan 1990 släpptes den första rapporten om klimatförändringar från FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Sedan dess har diskussionerna om klimatförändringarnas orsaker och konsekvenser varit ett hett ämne bland forskare. En del menar att IPCC:s rapporter om klimatförändringarna är överdrivna medan andra menar att det tvärtom, det kan bli mycket värre (IPCC, 2007). År 2014 släpptes IPCC:s femte rapport om klimatförändringarna där scenarion som tidigare varit till viss del opålitliga, nu beskrevs som stora sannolikheter (Brådén, 2016). Ett varmare klimat förväntas med följder av en utveckling med stigande havsnivåer, fler extrema regnoväder och skyfall samt en ökning av stormar, kommer att bli allt vanligare i framtiden (IPCC, 2007). Enligt IPCC:s rapport 2014 beräknas den globala havsnivån höjas med ca 18-59 cm till år 2100 jämfört med år 1990 (Brådén, 2016). IPCC hävdar också att översvämningar som idag har en frekvens på 100 år, kommer att ske oftare och drabba framförallt kustnära områden (IPCC, 2007). Höganäs kommun (2011) menar att i samband med stigande havsyttnivåer talas det framförallt om tre konsekvenser; översvämningar, höjda grundvattennivåer och kusterosion. Vidare kan stigande medelvattennivåer innebära att grundvattennivån riskerar att stiga till samma nivå i sediment och utfyllnadsområden. Detta kan i sin tur leda till att farliga ämnen sprids från områden med förorenad mark (Höganäs kommun, 2011).

2.2 Dagvattenhantering historiskt och idag

Stokman (2008) skriver att vatten har historiskt sett varit en av den viktigaste faktorn som skapat relationer mellan människan och landskapet. Han beskriver vatten som en grundpelare för odling och liv samt för människans utveckling i det urbana landskapet. Vidare hävdar han att samhällen utvecklades kring naturliga vattensystem och på vilket sätt distribution, förvaring och återvinning av vatten gjordes hade noggrann koppling till platsens geografi, klimat och ekologi. Stokman beskriver hur människor under medeltiden byggde dammar, diken och kanaler för att ta vara på vattnets alla fördelar och att de infrastrukturella vattensystemen kom att bli en viktig visuell och rumslig del i strukturen och planeringen av landskapet (Stokman, 2008).

Under den tidiga industrialismen då mängden mänskliga aktiviteter och bosättningar ökade, blev vattensystemen allt mer viktiga. Vatteninfrastrukturen skulle förutom att försörja människor med dricksvatten också utföra andra funktioner som att försörja vatten till industrier, forsla bort avfall samt behålla och hantera regnvatten (Stokman, 2008). Eriksson och Lyth (2016) skriver att i 2000 år har människan funnit olika metoder för att leda vatten till och från staden. Författarna menar att metoderna har förändrats i takt med teknikens utveckling och samhälle och har således har urbanisering och hantering av dagvatten haft samma utveckling i många delar av världen. De mer tekniska ledningssystemen har utvecklats för att hantera en mer komplex urban miljö. Författarna skriver att under olika tidsperioder har ledningssystemet formats efter de förutsättningar och kunskap som fanns just då. Utvecklingen av den urbana dagvattenhanteringen har skett både efter de behov som funnits men också som åtgärder som uppkommit till följd av de sjukdomar, föroreningar och översvämningar som uppstod under urbaniseringen. Vattenledningssystemet byggdes framförallt för att lösa utmaningar i samhället och kompletterades senare med reningsverk. Författarna hävdar att det

till skillnad från förr, finns en förståelse för systemens begränsningar gällande dagvattenhantering. De menar att det idag handlar om en förbättring av ledningssystemet för att säkerställa att systemen kan ta emot den ökade nederbörden och samtidigt ha en god kvalitet på det urbana vattnet (Eriksson & Lyth, 2016).

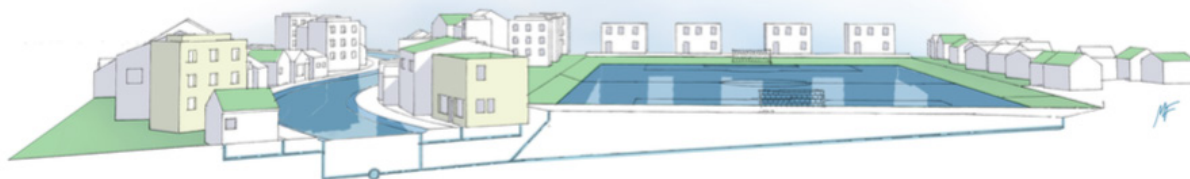
I boken *En hållsiktigt hållbar dagvattenhantering* (2004) skriver Stahre att det traditionella ”ingenjörsmässiga” lösningen för att lösa problemen med översvämningar hade varit att bygga om alla kombinerade system till duplikatsystem, bygga ut transportledningar med större kapacitet samt bygga in magasinvolymmer i ledningsnätet för att klara tillfälliga flödestoppar vid skyfall. Stahre skriver att denna lösning dock hade varit extremt kostnadskrävande och tar lång tid innan det hade gett full effekt. Således har många kommuner under det senaste decenniet istället börjat använda sig av fördröjning av dagvattnet för att bromsa upp tillförseln av regnvattnet innan det når ledningssystemet. Vidare skriver Stahre att en kombination av båda alternativen kompletterar varandra och att rätt lösning bör väljas beroende på de förutsättningar som finns på platsen (Stahre, 2004).

Under Rio-deklarationen och i Agenda 21 i början av 1990-talet introducerades begreppet Hållbar samhällsutveckling (Stahre, 2004). Stahre skriver att grundprincipen var att planeringen nu skulle behandla tekniska, ekonomiska och sociala aspekter. Han hävdar också att hållbarhetsprincipen har under de senaste åren tagits på större allvar och förståelsen för hantering av dagvatten har vuxit enormt, där även kraven för vattnets föroreningsinnehåll har ökat kraftigt (Stahre, 2004).

2.3 Den hållbara staden

Stahre (2004) hävdar att grundprincipen för dagvattnet är att nederbörden så fort som möjligt ska återförenas till det naturliga kretsloppet när vattnet nått marken. Han menar att olika system för dagvattenhantering bör kombineras för att uppnå maximal effekt. Olika fördröjningsinsatser för lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark samt tröga avledningssystem i de övre delarna av systemet på allmän platsmark kan kompletteras av samlad fördröjning längre ner i avrinningssystemet. Vidare bör Alla delar i kedjan betraktas som en enhet som kompletterar varandra. Stahre skriver fortsättningsvis att det mest effektiva sättet och grundläggande förhållningssättet till att minska avrinningen av dagvatten är att först och främst minska andelen hårdgjorda ytor i staden. Han menar att dagvattnet bör tas om hand så nära källan som möjligt i en vegetationsklädd yta. Om det inte finns några ytor med vegetation bör avrinningen ledas till öppna dagvattenledningar, där vattenflödet sedan utjämnas och en viss avskiljning av föroreningar sker (Stahre, 2004).

Malmö stad (2016) skriver att en viktig del i genomförandet av de fysiska åtgärderna för skyfall blir således att åstadkomma synergieffekter mellan skyfallsåtgärder och stadsförnyelse genom multifunktionella lösningar. Exempelvis nya aktivitetsytor, grönytor eller parkmark som vid skyfall kan hantera regnvatten, se figur 1. Därmed blir planeringen av nya områden viktig för att undvika konflikter mellan olika lösningar (Malmö Stad, 2016).



Figur 1. En multifunktionell lösning kan exempelvis vara en aktivitetsyta som tillfälligt kan översvämmas vid skyfall utan större skador sker.

Illustration: Malmö stad, Mona Falck, 2016

Malmö stad (2016) menar att en multifunktionell utformad lösning kan berika stadsmiljön året runt och tillföra andra värden än fördröjning av dagvatten. Med en ökad förtätning av staden kommer det att bli allt mer betydelsefullt att samma yta kan ha flera funktioner för att på så vis hushålla med utrymmet. All nyexploatering i staden ska anpassas för att klara nederbördsmängder motsvarande ett 100-årsregn, vilket är ett krav som bör ses som en miniminivå vid förtätning av staden (Malmö Stad, 2016).

Enligt Malmö stad (2016) är det i dagsläget upp till varje kommun att besluta hur extrema skyfall ska hanteras. Det finns därmed ingen standard, men enligt Svenskt Vattens rekommendationer är den senaste dimensioneringsskriften P110 där ett 100-årsregn är den längsta säkerhetsnivån vid ny bebyggelse. Då ett område är planerat för att klara ett 100-årsregn, ska det även kunna hantera de katastrofala följderna av ett skyfall (Malmö Stad, 2016). Det råder stor befolkningsökning i Sverige och antalet nya bostäder byggs för fullt. Stahre (2004) hävdar att mängden hårdgjorda ytor ökar i staden då nya bebyggelseområden och förtätning av befintliga områden gör att de gröna ytorna försvinner. Detta leder i sin tur att den naturliga infiltrationen minskar och avrinningen av dagvattnet sker snabbare och flödestopparna blir betydligt större (Stahre, 2004).

2.4 Skyfallsplaner

Både Köpenhamn och Malmö är två storstäder som under de senaste 10 åren utsatts för kraftiga skyfallsregn som orsakat stora problem med översvämningar. Båda städerna har tagit detta på stort allvar och nu upprättat skyfallsplaner som ska vägleda arbetet mot att skyfallsanpassa de täta och hårdgjorda städerna och förebygga översvämningar. I Boverkets *Låt staden grönska* (2010) beskrivs det vanligaste sättet att hantera dagvatten i täta städer genom att använda sig av olika modeller med vegetation som grund. Vidare menar de att målet är att tillföra mer grönt i staden och förutom att det gröna fördröjer dagvattnet, så medför det gröna rekreativa vinster och har också positiv påverkan på biodiversiteten i staden.

I slutet av 2016 blev Malmö stad färdiga med sin Skyfallsplan och målet med denna, likt Københavns Kommunes Skybrudsplan (2012), är att skapa en ökad motståndskraft mot konsekvenserna av skyfall. Förutom att skyfallsåtgärderna bidrar till ett säkrare sätt att hantera dagvatten, kan även åtgärderna bidra till att staden får fler attraktiva gröna och blå rekreativa miljöer (Malmö Stad, 2016).

Nedanför beskrivs en sammanställning av de två skyfallsplanerna. Trots att planerna har liknande mål så följer de inte samma upplägg och kommer därför ha olika underrubriker.

2.4.1 Malmö Skyfallsplan

Den 5 juli 2007 drabbades Malmö av sitt första kraftiga skyfall där det föll 100 mm på 24 timmar över östra Malmö. Den 14 augusti 2010 drabbades Malmö återigen då 60 mm regn föll på 6 timmar över västra och centrala delarna av Malmö. Det värsta nederbördstillfället hittills, efter att mätningarna startade i slutet av 1800-talet, kom den 31 augusti 2014 där 120 mm regn föll på 6 timmar över centrala Malmö. Detta skyfall orsakade stora översvämningar i flera områden då dagvattensystemen inte kunde ta emot allt vatten (Malmö Stad, 2016). Pedersen (2015) skriver att minst 3000 byggnader skadades och försäkringsbolagen fick in ca 4400 skadeanmälningar för ca 250 miljoner kronor. Vidare skriver han att skyfallet som kom den 31 augusti 2014 beskrivs som ett 100 års regn, alltså ett regn som faller en gång på hundra år.

Malmö stad (2016) skriver att enligt SMHI:s beräkningar kommer antalet dagar med kraftig nederbörd att öka med 8-10 dagar per år i Malmö. Årets kraftigaste regn kan dessutom komma att bli 20-30 % större än idag. För att förhindra översvämningar och för att anpassa Malmö mot en mer motståndskraftig stad har stadens förvaltningar arbetat fram ett skyfallsplan. Skyfallsplanen är en konkret handlingsplan för hur Malmö ska rustas mot skyfall som medför stora utmaningar för staden. Malmö stad menar att arbetet med skyfallsplanen måste genomsyra hela organisationen för att förändringen ska bli slagkraftig, något som däremot tros skapa en stor kostnad för kommunen. De hävdar att det kommer ta lång tid att färdigställa arbetet med att skyfallsanpassa staden och att det dessutom svårt att göra tekniska beräkningar eftersom ett kraftigt regn kan slå till redan imorgon eller om fem år. Vidare menar Malmö stad att trots att det är omöjligt att förutsäga när ett skyfall kommer att drabba staden eller hur kraftigt det kommer att vara, så är det möjligt att analysera stadens sårbarhet innan de extrema regnen inträffar. Teoretiska beräkningar av hur nederbörden fördelar sig på markytan och i ledningssystemet samt analyser utifrån erfarenheter av tidigare drabbade områden, kan hjälpa till i arbetet (Malmö Stad, 2016).

Skyfallsplanen är en del av Plan för Malmös vatten som i sin tur är ett tematiskt tillägg i Malmös översiktsplan, se figur 2. Malmö stad (2016) skriver att skyfallsplanen tar endast hänsyn till skyfall och inte skyfall i kombination med högt vattenstånd orsakat av storm. Detta anses som två olika problem som hanteras på olika sätt. Att skyfall och en höjning av havsvattennivån skulle ske samtidigt är väldigt osannolikt eftersom korta extrema regn förekommer nästan enbart under sommarperioderna (juni-augusti) medan höga havsnivåer sker under hösten och vintern (oktober – mars) (Malmö Stad, 2016).

SAMMANHANG



Figur 2. Skyfallsplanen är en del av Plan för Malmös vatten, som i sin tur är ett tillägg till Malmös översiktsplan.

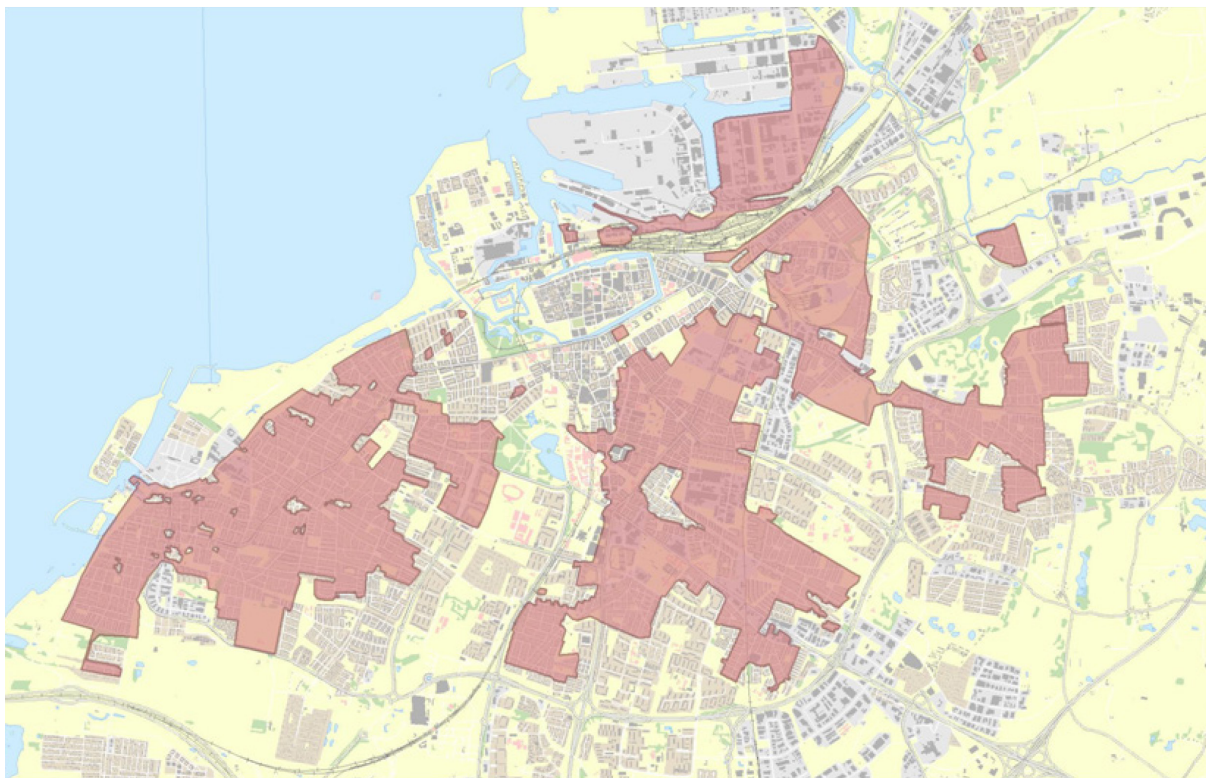
Illustration: Malmö Stad, 2016

Malmö stad (2016) hävdar att arbetet med att skyfallsanpassa staden kommer att kräva kraftiga finansiella resurser och investeringar. Kostnaderna och ansvaret kommer att fördelas på ett flertal olika aktörer. Finansieringen för skyfallsåtgärderna ska ske via en speciellt uttagen budget som kallas skyfallsanslag, men också ligga integrerat i det ordinarie arbetet inom stadens förvaltning (Malmö Stad, 2016).

Konsekvenser av översvämningar

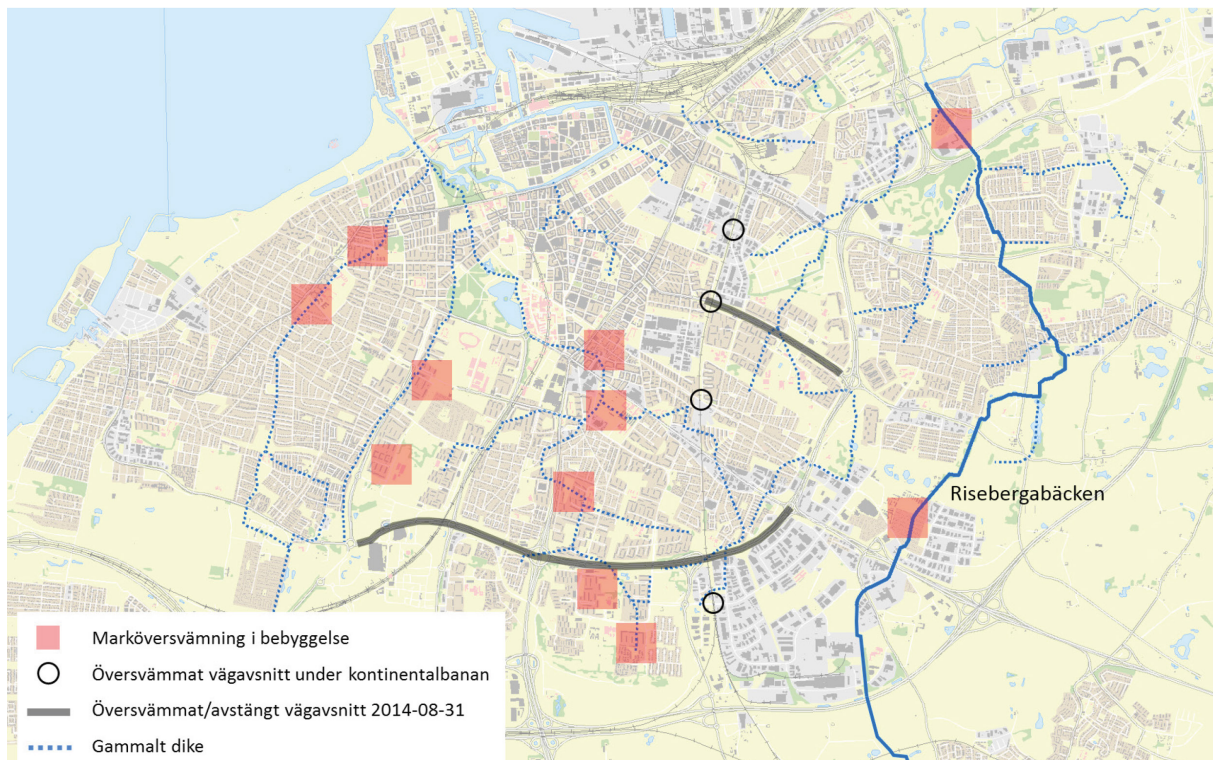
Byggnader och andra tekniska konstruktioner råder stor risk att skadas vid marköversvämningar vilket kan innebära stor ekonomisk omfattning. Även vägnätet är sårbart vid översvämningar eftersom det förhindrar framkomligheten vilket i sin tur kan få allvarliga konsekvenser för exempelvis samhällsviktiga resurser (Malmö Stad, 2016).

Malmö stad (2016) hävdar att ett av de största problemen vid extrem nederbörd är källaröversvämningar som drabbar den direkta individen men kan även få andra stora konsekvenser. Källaröversvämningar beror till största del på det kombinerade avloppssystemet. De menar att systemen är normalt inte dimensionerade att klara den stora mängden regnvatten vilket leder till att ledningskapaciteten överskrids och uppdämning sker. Malmö stad skriver i skyfallsplanen att under större delen av 1900-talet gick dagvattenhantering ut på att så fort som möjlig leda bort vatten från urbana miljöer. Stahre (2004) skriver att fram till 1950 byggdes enbart kombinerade system och att det var först efter 1960-talet som Malmö började bygga fler duplikatsystem. Följden av detta är att de centrala delarna i staden har kombinerat system, medan de nya, yttre delarna oftast har duplikatsystem (Stahre, 2004; Malmö Stad, 2016), se figur 3. Malmö stad (2016) skriver att först efter 1990-talet har Malmö aktivt arbetat med att



Figur 3. De rödmarkerade områdena visar omfattningen av det kombinerade avloppssystemet i Malmö. Dessa områden föreligger störst risk för källaröversvämningar. Illustration: Malmö Stad, 2016

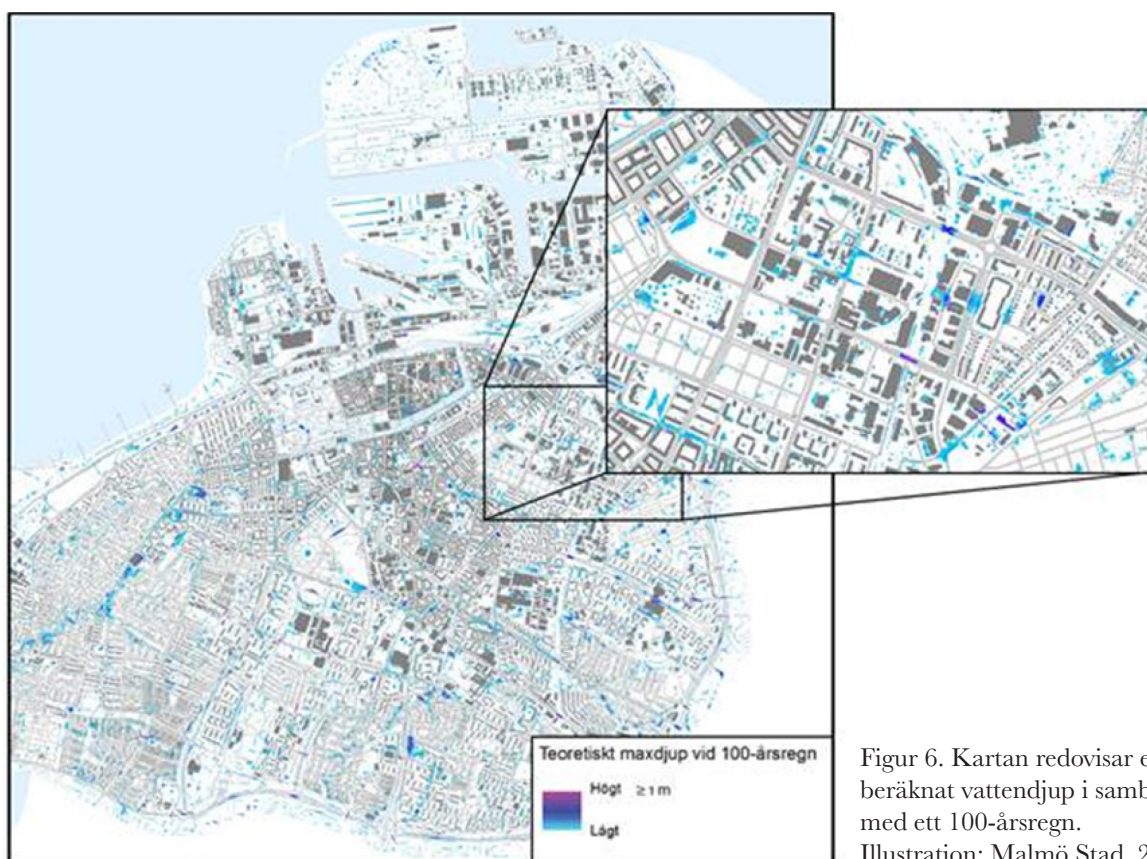
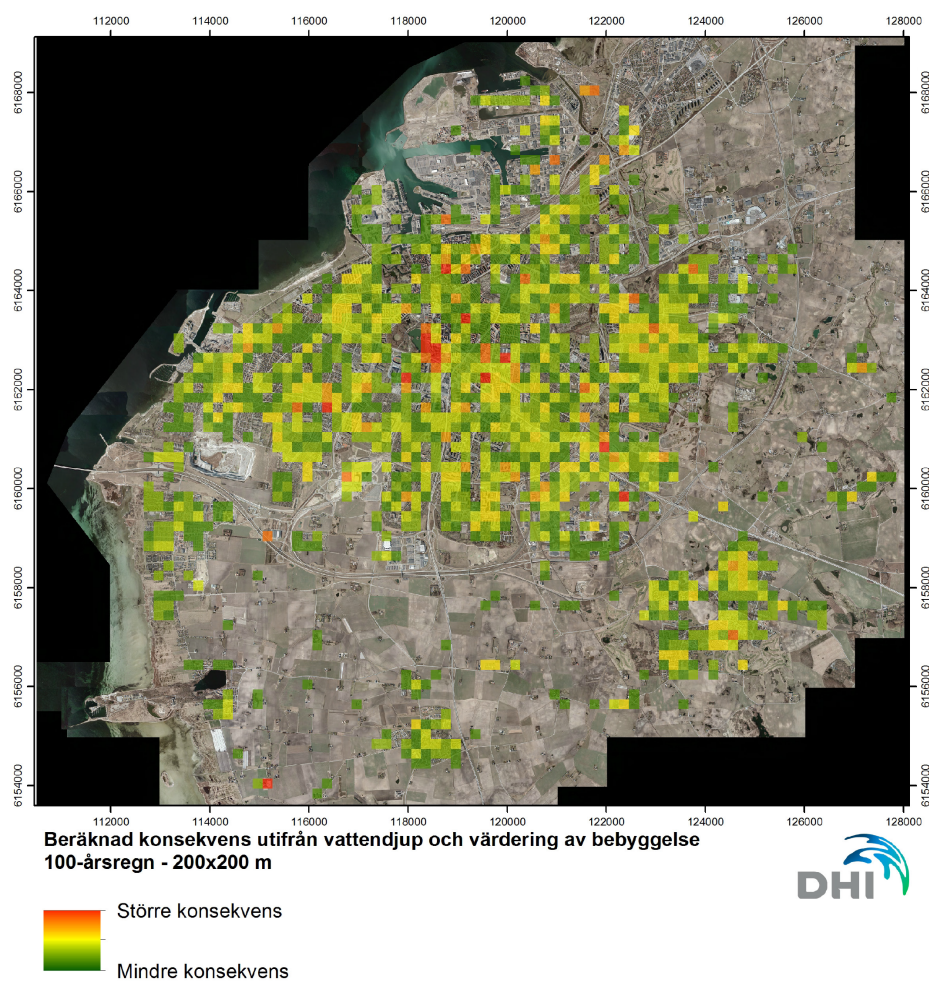
på ett mer naturligt sätt hantera dagvattnet och antalet öppna dagvattensystem har kraftigt ökat. De hävdar att detta har fört med sig flera positiva effekter som exempelvis en säkrare avledning, minskad föroreningsbelastning på recipienten samt en bättre vattenbalans. Malmö stad menar att det dock krävs ett sekundärt system som klarar av att tillfälligt hantera de större vattenmängderna som uppstår vid skyfall (Malmö Stad, 2016). Det finns områden i Malmö som blivit drabbade av översvämningar ett flertal gånger under de senaste åren. Dessa områden är framförallt platser som ligger utmed gamla diken som förr fungerade som avrinningsområden (Malmö Stad, 2016), se figur 4.



Figur 4. Markerade områden som braddats hård av marköversvämningarna efter skyfallen 2007, 2010 samt 2014. Figuren är inte heltäckande. Figuren visar även gamla diken. Illustration: Malmö Stad, 2016

För att räkna ut eventuella översvämningssområden i Malmö använder Malmö stad principer som bygger på markavrinningen för ett 100-års regn. I scenariot antas rörsystemet vara fullt och där endast terrängens förmåga att avleda och schablonmässigt infiltrera vatten efterliknas. Malmö stad beskriver detta som ett enkelt sätt att få en förenklad men trovärdig bild av verkligheten som visar hur vattnet rinner ovan mark samt var det eventuellt blir stående vatten. På så sätt kan man lokalisera områden som löper stor risk för skador med betydande konsekvenser. Malmö stad har tagit fram en konsekvenskarta som tydliggör vilken områden som har störst risk att drabbas av översvämningar med allvarliga konsekvenser, (Malmö Stad, 2016) se figur 5 och 6.

Figur 5. Kartan visar exempel på riskkarta med 200x200 m upplösning. Kartan redovisar vilka områden som har störst risk att drabbas av betydande marköversvämningar. Illustration: Malmö Stad, 2016



Figur 6. Kartan redovisar ett beräknat vattendjup i samband med ett 100-årsregn. Illustration: Malmö Stad, 2016

Etappmål

Malmö stad (2016) har en vision där de vill förebygga konsekvenserna av skyfall samt att de ytterligare vill skydda staden utöver den lagstiftningen som finns idag. Deras mål är att åtgärderna av skyfallanpassningen ska medföra fler positiva effekter såsom rekreativa miljöer, bättre trafiklösningar och ett bättre lokalklimat i stadsmiljön. De vill förbättra dagvattenfördröjningen genom att skapa smarta lösningar med fler funktioner som gynnar både människan och naturen (Malmö Stad, 2016).

Malmö stad (2016) menar att det kommer att ta flera år för att skyfallsanpassa staden och arbetet planeras att ha förverkligats år 2024. I skyfallsplanen beskrivs olika etappmål i arbetet och senast ett år efter att skyfallsplanen antagits ska planeringen av relevanta plan-, besluts- och förvaltningsprocesser tas med avseende på konsekvenserna av skyfall. Inom två år ska alla kommunala tjänstepersoner som är delaktiga i dessa utvecklingsarbeten ha gått en utbildning med inriktning på skyfallshänsyn. Vidare skriver Malmö stad att år 2025 ska de åtgärder för att minimera risken för liv, allvarliga personella skador eller allvarliga störningar av samhällsviktig verksamhet, ha genomförts. Senast år 2045 ska skyfallsplaneringen ha lett till att hela Malmö stad kan hantera ett 100-årsregn med minimala konsekvenser. För att uppnå de olika målen menar Malmö stad att det är viktigt att insatser från både kommunen och privata fastighetsägare genomförs (Malmö Stad, 2016).

Vidare ska känsliga områden såsom samhällsviktig verksamhet (sjukhus etc.) anpassas för konsekvenser av kraftigare regn än ett 100-årsregn. Områden med topografiska lågpunkter och byggnader med verksamheter eller bostäder i källarplan bör lämpas efter kraftigare regnoväder. Vidare skriver Malmö stad att skyfallsplanens fokus ligger framförallt på tätbebyggda områden och att det främst är tätorterna som riskerar översvämningar, men att de även tar hänsyn till förhållandena på landsbygden (Malmö Stad, 2016).

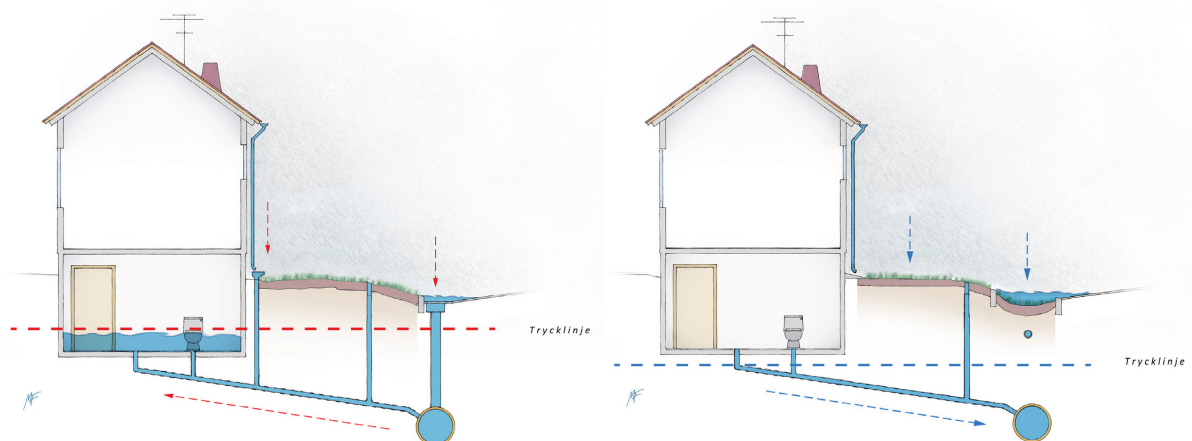
Fysiska åtgärder

Malmö Stad (2016) skriver i skyfallsplanen att eftersom Malmö har en flack terräng i kombination med jämförelsevis stora avstånd till naturliga recipienter, är det svårt att hitta övergripande sammanhängande skyfallsstråk. Därmed bör i huvudsak skyfallshanteringen lösas genom lokalt omhändertagande av dagvatten med hjälp av fördröjning i de drabbade områdena. Vidare ska uppföljning av åtgärder göras för att bedöma de sammantagna effekterna. En större varsamhet bör finnas i åtanke vid ny exploatering med avseende på områden med risk för översvämning. Malmö stad menar att detta gäller exempelvis placering av bebyggelse eller offentliga platser positionerade i lågpunkter som kräver extra fördröjningsåtgärder. Fortsättningsvis beskriver de vikten av att i den fortsatta planeringen beakta risken för områden som kan komma att bli isolerade från omgivningen, som exempelvis på grund av viadukter som blir vattenfyllda vid skyfall (Malmö Stad, 2016).

Överlag kommer det att krävas en rad av olika lösningar för att hantera skyfallsproblematiken, både storskaliga anläggningar och mindre lokala lösningar. Åtgärderna kommer ske både på allmän platsmark, t.ex. gator, torg och i parker, men det är även viktigt att fastighetsägare gör åtgärder på sin privata tomt för att Malmö ska uppnå målet om hanteringen av 100-årsregn (Malmö Stad, 2016).

Malmö stad (2016) menar att för att lösa problemen med källaröversvämningar kommer en kombination av åtgärder att behövas. Dessa kombinationer kommer innehålla lösningar med fördröjning av dagvatten ovan mark samt VA SYD:s åtgärdsplaner för ledningsnätet och kommer således ha positiv effekt på källaröversvämningsproblematiken, se figur 7. Det kommer att ske

en stor ombyggnation under mark för att avloppssystemet ska kunna motsvara de successivt ökade kraven på miljövänligare lösningar och högre driftsäkerhet. VA SYD ansvarar för att kontinuerligt ta fram åtgärdsplaner för avloppssystemet som i sin tur är basen för det långsiktiga utrednings- och projektarbetet för Malmös avloppsledningsnät (Malmö Stad, 2016).



Figur 7. Illustrationen visar att en kombination av åtgärder kan minimera risken för källaröversvämning. Illustration: Malmö Stad, Mona Falck, 2016

Som ett komplement till Skyfallsplanen finns en handlingsplan som är ett dokument som kontinuerligt uppdateras för arbetet mot att skyfallsanpassa staden (Delshammar, 2017). I handlingsplanen har Malmö stad (2016) beskrivit de fysiska åtgärderna i staden på olika detaljeringsnivåer samt att de har delat upp ett antal olika delområden för att komma ner på en rimlig detaljeringsgrad i planeringen. Handlingsplanen visar också på hur de olika lösningarna ska samverka med varandra (Malmö Stad, 2016).

I arbetet mot ett motståndskraftigare samhälle behöver Malmö stads arbete omfatta både allmän plats och kvartersmark. Ny bebyggelse bör också i första hand placeras på redan hårdgjord mark och inte ta i anspråk gröna och öppna ytor (Malmö Stad, 2016).

Riktade projekt

Malmö stad har tagit fram ett antal projekt som kallas ”riktade skyfallsprojekt”. Dessa är projekt som påbörjats i syfte att minska översvämningens risker vid kommande skyfall i delar av staden som drabbats hårt vid tidigare skyfall. Det kan bland annat handla om ombyggnader av parker, gator eller andra kommunala ytor som har god förmåga att fördröja dagvatten (Malmö Stad, 2016). De riktade skyfallsprojekten ska prioriteras enligt följande:

1. ”Risk för liv och samhällsviktig verksamhet
2. Bostadsområden endast risk för materiell skada
 - a. Tät bebyggelse/flerfamiljshus
 - b. Småhusbebyggelse
3. Verksamhetsområden”

(Malmö Stad, 2016, s. 32)

Malmö stad (2016) menar att de riktade projekten alltid ska utformas för att vara mångfunktionella och kan med fördel hanteras som fristående projekt med särskild finansiering med hjälp av särskilt skyfallsanslag. Skyfallsanslag är pengar som är direkt avsatta att användas till dessa projekt för att skyfallsanpassa staden. Vidare kan skyfallsanslagen även användas till privat ägd mark, om lagstiftningen tillåter detta (Malmö Stad, 2016).

Delshammar (2017) skriver att Malmö stad kommer framförallt att jobba med ombyggnad av parker, vilket i praktiken kommer innebära en sänkning av marknivån för att kunna leda vattnet dit. De kommer också att arbeta med en kombination av lösningar utöver detta, eftersom parkerna inte klarar av att ta hand om allt vatten. Exempelvis kommer Malmö stad att utnyttja hårdgjorda ytor och mikrolösningar av typen vattentunna vid stuprör samt regnrabatter. Ett gott exempel på en befintlig lösning med regnrabatter är Monbijougatan i Malmö (Delshammar, 2017). Delshammar nämner även andra exempel på genomförda lokal dagvattenhantering i större skala såsom Augustenborg och Gyllins trädgård i Malmö.

2.4.2 Københavns Kommunes Skybrudsplan

I detta arbete har ett antal översättningar gjorts för att förtydliga resonemanget. I följande text används den svenska översättningen för:

Københavns Kommunes Skybrudsplan	- Köpenhamns skyfallsplan
Københavns Kommune	- Köpenhamn kommun
Københavns Klimatilpasningsplan	- Köpenhamns Klimatanpassningsplan
Københavns Energi	- Köpenhamn Energi

Förklaring för började begrepp:

Frederiksbergs Kommune	- Grannkommun till Köpenhamn
Frederiksbergs Forsyning	- Ett företag som underhåller samt förser kommunen med gas och vatten

Under augusti 2010 och återigen i juli 2011 drabbades Köpenhamn av skyfall där det under 2011 föll 150 mm regn under två timmar. Sedan klimatmötet COP15, The Copenhagen Climate Change Conference, i Köpenhamn 2009 satte kommunfullmäktige igång klimatanpassningsarbetet och 2011 antogs Köpenhamns Klimatanpassningsplan. COP15 var FN:s 15:e årliga klimatkonferens som tog plats i Köpenhamn, Danmark den 7 december – 18 december 2009. Under COP15 togs klimatpolitiken upp på högsta politiska nivå där upp mot 115 världsledare deltog i konferensen. Detta gör COP15 till ett av världens största ledande möten någonsin utanför FN:s högkvarter i New York (Shah, 2009; UNFCCC, 2014). År 2012 lanserades Köpenhamns skyfallsplan, en utlöpare från klimatanpassningsplanen. Denna skyfallsplan kommer att utgöra grunden för genomförandet av skyfallslösningar i staden och ingå i andra kommunala planeringar (Københavns Kommune, 2012).

I Copenhagen Climate Plan (2009) beskrivs Köpenhamn som ett dynamiskt hem för företag och människor där det går snabbt att ta sig från plats till plats. Det finns gott om gröna utrymmen till för rekreation och har länge tagit klimatförändringarna på stort allvar (City of Copenhagen, 2009). Sedan 2005 har Köpenhamn minskat koldioxidutsläppet med 38 % och har en vision om att bli den första koldioxidneutrala (CO₂) huvudstaden fram till år 2025 (City of Copenhagen, 2016). CO₂-neutral innebär att samma mängd koldioxid som släppt ut, tas

omhand igen i ett kretslopp. För att Köpenhamn ska bli CO₂-neutrala krävs det att de först och främst minskar sitt totala CO₂-utsläpp. Köpenhamn har i sin klimatanpassningsplan (2009) lagt upp specifika initiativ för hur de ska nå sitt mål år 2025 och detta innebär bland annat att Köpenhamn kommer bygga fler vindkraftverk, arbeta hårdare för att minska utsläppen från bilar och bussar samt uppmana fler köpenhamnare att spara energi hemma och på jobbet. Bland dessa initiativ har de även lanserat sex exceptionella projekt som kallas för ”lighthouse project” och är avsedda att ta klimatarbetet till en ännu högre nivå. Köpenhamn skriver i sin klimatanpassningsplan att genom dessa initiativ förväntas Köpenhamns koldioxidutsläpp minska från 2 500 000 ton CO₂ från år 2005 till ungefär 1 150 000 ton till år 2025. Förutom att minska CO₂-utsläppen genom att bland annat använda förnybar bioenergi och nya teknologier, kommer Köpenhamn att behöva plantera mer växter som kan absorbera koldioxiden (City of Copenhagen, 2009).

Köpenhamn kommun (2015) hävdar att fler extrema regn under sommaren, mer nederbörd under vintertid, fler stormar och stigande havsnivåer kommer att bli allt vanligare under de näst kommande 100 åren. Enligt Danmarks meteorologiska institut, DMI, definieras skyfall som ett kortvarigt men kraftigt regnoväder där mer än 15 mm nederbörd faller på 30 minuter (Københavns Kommune, 2012).

Med den nya skyfallsplanen vill Köpenhamn kommun (2012), likt Malmö stad, skyfallsanpassa staden och göra staden mer säker och stabil för Köpenhamns invånare. Köpenhamn kommun arbetar tillsammans med Köpenhamn Energi, Frederiksbergs kommun samt Frederiksbergs Forsyning, där allt regnvatten som faller under skyfall i Frederiksberg ska ledas via Köpenhamns stads reningsverk eller direkt till havet. Dessutom ska fler samarbeten med andra kommuner i närheten av Köpenhamn lanseras där ytvatten och avloppsvatten leds till gemensamma avloppsreningsverk eller till de gemensamma floderna och sjöarna. Skyfallsarbetet kommer att finansieras genom en kombination av offentliga och privata investeringar (Københavns Kommune, 2012).

Skyfallsplanens rekommendationer

Skyfallsplanen tar avstamp från Köpenhamns Klimatanpassningsplan samt utmärkta översvämningssområden och riksanalyser. Skyfallsplanen utgör grunden för genomförandet av dagvattenlösningar i staden och andra kommuner runtom Köpenhamn. Det kommer att ta minst 20 år innan alla planer implementerats och för att arbetet ska bli lyckat krävs det att alla involverade kommuner engagerar sig (Københavns Kommune, 2012).

Köpenhamn kommun (2012) hävdar att det kommer krävas enorma kostnader för att skyfallsanpassa staden men jämfört med kostnaderna för skador som annars kommer uppstå, är det lönsammare att förebygga skyfall. Precis som i Malmö, består Köpenhamns innerstad av ett omfattande nätverk med ett kombinerat dagvattensystem under mark som inte klarar att hantera den mängd vatten som faller under ett skyfall. Därför krävs en rad andra lösningar för att staden ska kunna ta hand om allt dagvatten under ett sådant. Vidare skriver Köpenhamn kommun att skyfallshanteringen även ska kombineras med lösningar som gör staden mer blå och grön genom att avleda regnvatten ovan jord. En blå-grön struktur innebär att Köpenhamn kommun vill skapa ett samband mellan vatten i floder, kanaler, grönområden, parker och stadsrum (Københavns Kommune, 2012).

Att frikoppla dagvatten från det kombinerade avloppssystemet kommer att ha stor betydelse för arbetet med att förebygga översvämningar. Allt dagvatten som kan göra skada ska ledas mot parker, idrottsanläggningar, torg och liknande för fördröjning. Detta kommer dock inte vara tillräckligt för att hantera allt vatten, utan lösningar som exempelvis dagvattenkanaler, anpassade vägar och underjordiska tunnlar kommer också att behöva anläggas (Københavns

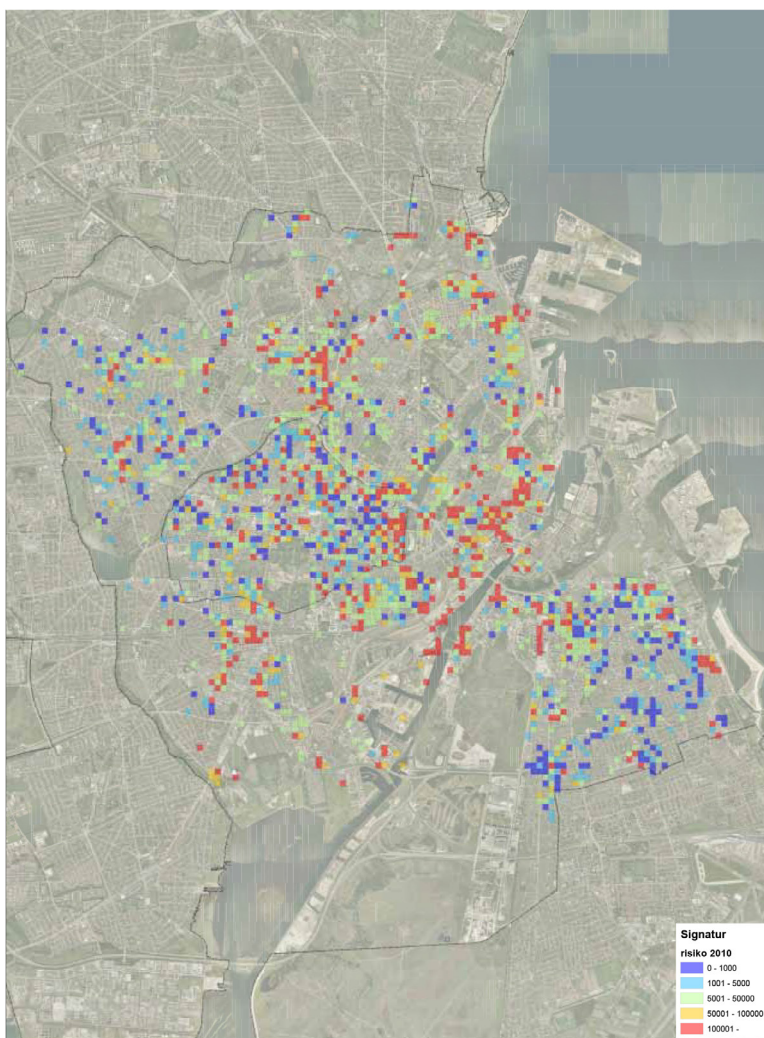
Kommune, 2012). Enligt Köpenhamn kommun ska vattenvolymer som inte är möjliga att hantera med hjälp av fördröjning ledas via underjordiska tunnlar mot havet. Enligt beräkningar i skyfallsplanen planeras vägnätet i staden kunna hålla 10 cm regnvatten utan att större skador sker. Det kommer fortfarande att vara möjligt att ta sig fram med bil, cykel och till fots. Vägnätet beskrivs även som en möjlig utloppskanal vid skyfall där det ekonomiskt sett kan vara lönsamt att kunna hantera denna mängd vatten på plats (Københavns Kommune, 2012).

Prioriteringsområden

Köpenhamn kommun (2012) menar att de inte har ekonomin att på en gång genomföra alla åtgärder för att klara av skyfall i framtiden. Kommunen har därför delat upp olika prioriteringsområden. Köpenhamn kommun har tagit fram en riskanalys på de områden som har störst risk att påverkas av extrema översvämningar med betydande konsekvenser, se figur 8. Dessa områden ska prioriteras väldigt högt och byggas om så fort som möjligt.

Områden med relativt enkla lösningar som kan anpassas efter skyfall ska också prioriteras. Dessa områden ligger framförallt i koppling till havet där öppningar i kajen är en enkel början till att leda ut dagvattnet i havet (Københavns Kommune, 2012).

Områden som går att knyta samman med nybyggnationer av byggnader vägar etc. ska planeras efter skyfallsanpassningen lösningar för dagvattenhantering. Även områden där det är möjligt att uppnå synergieffekter mellan skyfallsanpassning och andra funktioner ska prioriteras (Københavns Kommune, 2012).



Figur 8. Kartan redovisar områden som föreligger störst risk att drabbas av översvämningar vid skyfall. Illustration: Københavns Kommune, 2012

Avrinningsområden

I skyfallsplanen beskriver Köpenhamn kommun (2012) olika avrinningsområden med så kallade flödesvägar. I grund och botten är det höjdskillnader i ett område som avgör vilken väg vattnet ska rinna, men i en bebyggd och hårdgjort stad kommer vattnet att rinna annorlunda. Köpenhamn kommun skriver att de planerat olika flödesvägar för olika avrinningsområden, se den naturliga avrinningen i figur 9, (Københavns Kommune, 2012).

I vissa avrinningsområden används naturliga vattendrag som huvudtransportledare men i de flesta av avrinningsområdena kommer nya huvudstråk att anläggas för att transportera dagvattnet. Köpenhamn kommun skriver att alla om- och nybyggnationer ska ta hänsyn till klimatanpassningsplanen som beskriver hur planerandet av dessa nya områden ska bidra till den blågröna strukturen i staden (Københavns Kommune, 2012).

Figur 9. Kartan redovisar
vattnets naturliga flödesvägar och
avrinningsområden.
Illustration: Københavns Kommune, 2012



3. Lokala lösningar för dagvattenhantering i staden

I detta arbete använts begreppet ”öppna dagvattenlösningar” enligt Stahres (2004) definition, som ett samlingsnamn för olika anläggningar för omhändertagande, fördröjning samt magasinering av dagvatten i helt eller delvis öppna system. Stahre (2004) skriver att tanken är att dessa lösningar ska efterlikna naturens egna system av att ta hand om dagvattnet, som exempelvis via infiltration, ytavrinning, perkolation, trög avledning i öppna system samt fördröjning i dammar och våtmarker.

Stahre (2008) menar att en hållbar dagvattenhantering anläggs idag oftast ovan mark, vilket i sin tur gör att systemet blir synligt och tillgängligt för stadens invånare. Dagvattenlösningar bör därmed vara mångfunktionella eftersom systemen blir en stor del av landskapet och vardagen. Stahre menar också att designen och utformningen av dagvattenlösningar blir väldigt viktiga och kräver i praktiken att experter från olika discipliner i stadsförvaltningen tillsammans är med och planerar. Det kan komma att krävs expertis från exempelvis arkitekter, landskapsarkitekter, väg- och vatteningenjörer. Författaren hävdar att för att detta ska lyckas kommer det krävas att de planerare och ingenjörer som är involverade i planeringsprocessen är mycket öppna och flexibla beträffande möjligheterna som erbjuds av begreppet hållbar stadsdränering (Stahre, 2008).

I detta avsnitt har en sammanställning över vanliga lokala lösningar för hantering av dagvatten tagits fram från Malmö skyfallsplan med tillägg, Köpenhamns skyfallsplan samt Peter Stahres olika arbeten. Sammanställningen är uppdelad i fyra olika kategorier där den första kategorin endast redovisar vanliga lösningar för privat mark, medan resterade tre kategorier redovisar lösningar för mark för allmän mark samt bostadsgårdar vid flerfamiljshus. Vissa av de tekniska lösningarna går att använda på både privat samt allmän mark, men utformningen och dimensioneringen är det som ofta skiljer dem åt beroende på platsens förutsättningar.

3.1 Lokalt omhändertagande av dagvatten privat mark

Denna rubrik redovisar vanliga lokala lösningar för hantering av dagvatten på privat mark, vilket innefattar framförallt privata hustomter.

Gröna tak

Gröna tak innebär att det finns ett tunt vegetationstäck på takkonstruktionen och öppnar för möjligheten att bromsa upp avrinningen av dagvatten redan innan vattnet nått marken. Detta gör att en del av nederbördsvattnet fördröjs och hinner avdunsta innan det rinner ner i dagvattensystemet. Den vanligaste kombinationen av gröna tak består normalt av en blandning av taklök, fetblad- och fetknoppsväxter och kallas sedumtak. Vanligt är också en inblandning av olika mossarter samt sedumgräs. Alla växter är speciellt utvalda för att klara längre torkperioder utan att torka ut (Stahre, 2004).



Figur 10. Illustration: Sky Garden Ltd 2010

Infiltration gräsytor

Vanligtvis avleds vatten från taktor via hängrännor och stuprör och vidare till kommunens dagvattensystem. Istället för att leda vattnet över hårdgjorda ytor, där avrinningen sker väldigt snabbt, kan vattnet ledas till etablerade gräsytor som har en god förmåga att infiltrera dagvattnet. Gräsytan gör att det tar längre tid för vattnet att rinna ner i dagvattensystemet (Stahre, 2004).



Svackdike

En vanlig lösning i bostadsområden är att samla upp dagvatten i ett grunt dikessystem, s.k. svackdike. Denna lösning brukar normalt vara gräsbeklädd och fungerar som ett öppet anledningssystem kombinerad med en infiltrationsyta. Den gräsbeklädda ytan i svackdiket bör kunna slås maskinellt samt ha en svag lutning i vattnets rinnriktning. Ofta avslutas svackdiket med en kupolbrunn där eventuellt överskottsvatten kan tappas av till kommunen dagvattensystem (Stahre, 2004).



Genomsläppliga beläggningar

En stor del av avrinningen från privata, bebyggda tomter kommer från hårdgjorda ytor. För att minska avrinningen finns ett antal exempel på genomsläppliga beläggningsmaterial:

- ”Singel eller naturgas
- Singel som stabiliserats med särskilda rasternät
- Natursten med genomsläppliga fogar
- Hålsten av betong
- Genomsläppliga asfaltbeläggningar”

(Stahre, 2004, s. 28)

Normalt förses genomsläppliga beläggningar med en underbyggnad av något grövre vattengenomsläppligt material. När dagvattnet infiltrerats genom beläggningen sker en tillfällig magasinering av vattnet innan det efter en tid rinner vidare ner i det naturliga marklagret. Ibland dräneras också vattnet bort genom ett speciellt anlagt dräneringssystem (Stahre, 2004).

Perkolationsmagasin

Ett perkolationsmagasin består av ett magasin i marken som är fyllt med singel, makadam eller något annat grovt material. En annan benämning av denna princip är ”stenkista” eller ”stenfyllningsmagasin”. Ett perkolationsmagasin fungerar oftast som ett alternativ när dagvattnet inte går att leda till någon vegetationsklädd infiltreringsyta. Denna typ av magasin har en relativt begränsad upptagningsförmåga av dagvattnet, eftersom den fria volymen utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna. Vattnet perkolerar antingen ut i omgivande marklager eller genom ett kontrollerat och speciellt anlagt dräneringssystem (Stahre, 2004).



Dammar

Ytterligare ett sätt att bromsa dagvattenavrinningen från privat mark är att anlägga en lokal fördröjningsdamm. Ett alternativ är att kombinera detta med en permanent vattenspegel vilket medför en rad rekreativa värden till tomten och trädgården. Dammen kan se ut på flera olika sätt och kan utformas efter omgivningen. För att undvika alg tillväxt kan dammen förses med en bottenventil som gör det möjligt att tappa ut vatten vid behov (Stahre, 2004).



3.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten fastighet, verksamhet, flerfamiljshus och allmänna platser

Denna rubrik redovisar vanliga lokala lösningar för hantering av dagvatten på den mark som tillhör fastigheter, verksamheter eller flerfamiljshus, såsom större bostadsgårdar. Det kan exempelvis innefatta parkeringsplatser, torg eller delar av parker.

Genomsläpplig beläggning

Genomsläpplig beläggning är ett brett begrepp som omfattar genomsläpplig asfalt eller betong, grovkornigt material (stenmjöl, makadam etc.), gräs, gräs- eller grusfyllda förstärkningsnät samt hålsten. För att dagvattnet ska sjunka undan och för att klara belastningen kräver samtliga lösningar en överbyggnad. Genomsläppliga beläggningar lämpar sig bäst för parkeringsplatser, parker, delar av torg eller som förstärkning av grönområden. De vegetationsytor som innehåller körbara ytor kombineras ofta med genomsläppliga beläggningar. Dessa lösningar lämpar sig även bäst för mindre regn då anläggningen erbjuder reduktion, fördröjning samt en viss rening av dagvatten (Ramböll, 2016).



Växtmatta/Gröna tak

Växtmattor avser sedummattor eller örtpluggplantor planterade på väl-dränerade eller bomberade ytor, såsom på tak, refuger, rondeller murkrön, vägslänter mm. Den täta vegetationsmattan bidrar med fördröjning, rening, bullerdämpning av dagvatten samt en höjning av luftfuktigheten. Det dagvatten som når växtmattan reduceras via infiltration, absorption och avdunstning (Ramböll, 2016).



Regnträdgård/växtbädd

En regnträdgård består av ett dike/behållare/yta med inplanterade växter samt med eller utan infiltration till omgivande mark. Regnträdgården anläggs i första hand som en estetisk tilltalande dagvattenanläggning och oftast i kombination med gator, parkeringsplatser, torgytor eller större arrangemang. Regnträdgården fördröjer, renar, infiltrerar eller perkolerar dagvattenet. Växtvalen till regnträdgården bör vara växter som klara torka såväl som översvämningar och kan vara allt från träd och perenner till gräs. (Ramböll, 2016).



3.3 Lokala flödesvägar och fördröjningsytor

Denna rubrik redovisar vanliga lokala lösningar för hantering av dagvatten på fler allmänna platser såsom vägar, gång- och cykelvägar samt grönområden.

Krossdike

Krossdiken är nedsänkta eller underjordiska diken fyllda med stenkross, och kan även kallas för makadamdiken eller infiltrationsdiken. Hela ledningsgraven är omsluten med geotextil för att förhindra att finmaterial från kringliggande jordar tränger in i diket. Dagvattnet som når krossdiken direkt eller via bräddintag, fördröjs redan i hålrumvolymerna mellan stenarna där porositeten för makadam är ca 30 %. I diketets botten läggs en dränerande ledning med reglerat eller strypt utloppsflöde för kontroll över fördröjningsvolymen. Krossdikena kan gestaltas på många olika sätt där det bland annat kan vara en grå hårdgjord anläggning eller mjuk och grön sådan (Ramböll, 2016).



Svackdike

Som i tidigare avsnitt innebär ett svackdike grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter där dagvattnet visualiseras, rensar och fördröjs. För att få så lång uppehållstid som möjligt bör diken göras flacka och breda. Den beväxta ytan i svackdiken har stor betydelse för avrinningshastigheten och reningseffekten. Avrinningen sker avsevärt långsammare i jämförelse med vattentransport i ledningar och även flödesstopparna nedströms minskar. Ju lägre hastighet vattnet har, desto mer ökar reningseffekten av dagvattnet. Växterna binder och bryter ner föroreningar och tar även upp de näringsämnen som finns i vattnet (Ramböll, 2016).



Dike

Till skillnad från ett svackdike har ett dike brantare slänter och kan i vissa fall ses som öppna dammar. Dikena är, likt svackdikena, vanligen gräsbevuxna och dagvattnet renas genom översilning, sedimentation och växtupptag. Diken har ofta en långsmal utformning och förutom effektiv magasinering kan dikena fungera som en barriär för skyfallsavrinningen. Med rätt utformning kan även diken transportera bort skyfallsvatten (Ramböll, 2016).



Ränna

En ränna avser en hårdgjord anläggning för transport av dagvatten. Den kan vara smal eller bred med olika djup och kan med fördel användas som linjeavvattning i offentliga miljöer, s.k. rännodalar. Rännor kan gestaltas på många olika sätt och byggas med olika typer av rännodalsplattor eller gjutna konstruktioner. Höjden kan variera från ca 100 mm och uppåt, men får aldrig utgöra ett hinder för rullstolar, rullatorer, barnvagnar etc. Öppna rännor används främst för avledning vid skyfall men bidrar även med en viss fördröjning (Ramböll, 2016).



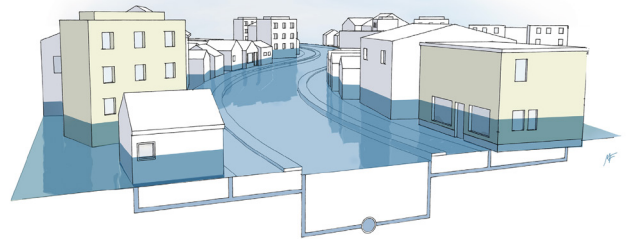
Kanal

Enkanal är en hårdgjord anläggning avsedd för transport för dagvatten. Utformningen kan vara smal eller bred med olika djup och är större än en ränna. En dagvattenkanal kan utformas på flera olika sätt och kan utnyttjas som ett positivt inslag i stadsmiljön. Kanaler får inte utgöra ett hinder för rullstolar, rullatorer eller barnvagnar etc. Kanalerna erbjuder snabba och potentiellt rymliga transportvägar vid såväl dimensionerade regn och skyfall. Kanaler kan även anläggas för att erbjuda magasinerade effekt för dagvatten (Ramböll, 2016).



Översvämning av lågprioriterade gator och vägar

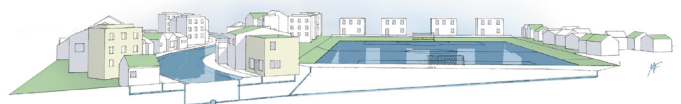
Enligt Ramböll (2016) innebär en lågprioriterad väg i detta fall en gata, gång- och cykelbana, körbana eller liknande som vid extrema regn tillåts att översvämmas. Med hjälp av en v-formad väg erbjuds vattnet transporteras i den lägsta punkten i mitten av vägen. En annan lösning är att körbanan lutar mot en kantsten eller en gång- och cykelbana med uppbyggda kanter, där avrinning av dagvattnet kan ske. För att undvika trafikfara ställer en lågprioriterad väg höga krav på utformning och skyltning (Ramböll, 2016).



Figur 11. Illustration: Malmö Stad, 2016

Skyfallsstråk

Skyfallsstråk avser ytor eller stråk där ett särskilt utrymme är avsatt för vattnets framfart och således utgör en väg för skyfallet. Skyfallsstråken är alltså avsedda för att i perioder av skyfall bli helt översvämande och är oftast etablerade på vägar som inte utgör huvudstråk för trafik eller handel. Normalt sett är skyfallsstråken lite bredare med en nedsänkt yta i mitten av sektionen som i vanliga fall används som en gångväg eller parkområde. Områdena är med fördel utformade på ett tilltalande sätt även när mindre regn eller inget regn alls. Till denna kategori räknas även skyfallsledning. Dessa betraktas dock som nödlösningar när utrymme för öppna dagvattenlösningar saknas (Ramböll, 2016).



Figur 12. Illustration: Malmö Stad, Mona Falck, 2016

Dagvattentunnel

En dagvattentunnel är en underjordisk tunnel som fungerar som ett magasin eller transportled för dagvatten vid skyfall. Aktuellt idag är Østerbrotunneln i Köpenhamn, som är en 580 m lång dagvattentunnel av dimension $\varnothing 2500$. Tunneln ska kunna avleda ett 100-årsregn och ska således förhindra översvämning av bland annat pendeltågsspår, institutioner och skolor (Ramböll, 2016).

3.4 Översvämningssytor

Med översvämningssytor avses större områden som är tillåtna att översvämmas under kortare perioder. Det kan innebära att platsen i normala fall är torra men även anlagda dammar.

Öppen damm

Begreppet ”öppen damm” kan innebära en mängd av olika dagvattenlösningar och kan innebära allt från permanent vattenspegel i grön sänka, via våtmark till gjuten konstruktion med fontän i. Gemensamt för samtliga lösningar är att de erbjuder volymeffektiv magasinering och fördröjning av dagvatten. Det är normalt platsens förutsättningar som styr över dammens gestaltning och funktion. Öppna dammar har höga krav på utformning eftersom de ska vara estetiskt tilltalande även i torrväder och en eventuell kontinuerlig tillförsel av vatten kan ske via pumpning. Dagvattendammar erbjuder utjämning av vattentoppar samt medför en viss rening vid vardagsregn (Ramböll, 2016).



Stenkista/perkolationsmagasin

Stenkista eller perkolationsmagasin består i princip av ett schakt i marken som täckts in av en geotextilduk som i sin tur fyllts upp med ett grovt krossmaterial (makadam). Geotextilen ska förhindra igensättning från smuts och finare fraktioner från omgivande material som annars kan ta sig in i magasinet. Avtappning sker antingen via infiltration till omgivande mark eller via speciellt konstruerad dränerade ledning i botten av magasinet. Dagvattnet fördröjs sedan i hålrumsvolumerna mellan stenarna och normalt är stenkistor dimensionerade för normalt regn och fungerar vid skyfall endast som fördröjande dellösning högt upp i avrinningsområdet (Ramböll, 2016). Se även perkolationsmagasin för privat mark under rubrik 3.1.



Multifunktionella ytor

Multifunktionella ytor avser de ytor som kan magasinera stora mängder dagvatten och utjämna flöden vid skyfall, men som i normala torrväder har en annan funktion. Exempel på multifunktionell yta kan vara lek- och idrottsyta, park, parkeringsyta, cykeltunnel, skolgård och uteklassrum. En multifunktionell yta kan alltså se ut på flera olika sätt och kan innefatta många olika funktioner och volymeffektiviteten är generellt sett väldigt hög i den här typen av skyfallslösningar (Ramböll, 2016).



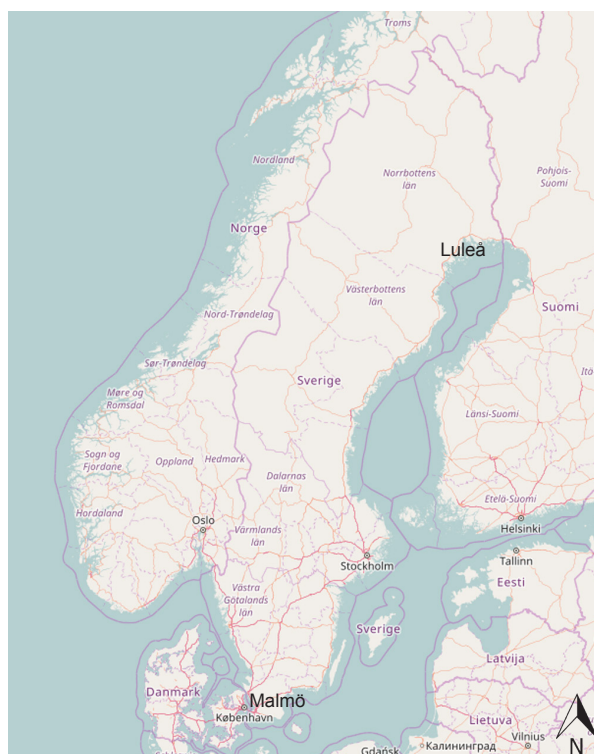
4. Fallstudie Kronandalen i Luleå

Luleå ligger i Norrbotten i Norrbottens län och är Norrlands tredje största stad. Luleå är en växande och viljestark region med 76 000 invånare och är belägen vid Bottenvikens kust vilket medför plats för både närhet och utrymme, stad och land, ljusa sommarnätter och djupa skogar (Luleå Kommun, 2016). Luleå är också en sjöstad med vacker och varierande skärgård som även är den tredje båttätaste skärgården i Sverige (Luleå Kommun, 2017). På grund av närheten till havet och den svaga kuperingen har Luleå, till skillnad från städer längre in i landet, ett mildare klimat. Luleå ligger i växtzon 6 och har ungefär 145 dagar lång växtsäsong med en årsmedeltemperatur på 0-1,5°C. Mest nederbörd faller under sommarmånaderna och minst i februari, där medelnederbörden är mellan 525-675 mm. I Luleå räknas 5-7 månader som vinter där marken är mer eller mindre frusen under hela perioden. 34-40 % av all nederbörd som faller är snö. Avrinningen är mycket låg under vintermånaderna då nederbörden magasineras som ett snötäcke, medan avrinningen ökar avseendevärt under våren, mars-maj, då snösmältningen ger höga flöden (Luleå Kommun, 2015).

Enligt Länsstyrelsen i Norrbotten (2013) kommer klimatet att bli både varmare och blötare i Luleå. Temperaturen förväntas bli 2,5-3,5 grader högre än idag under perioden 2021-2050. Även nederbörden kommer att öka med ungefär 10 %, där ökningen både för temperaturen samt nederbörden kommer ske framförallt under vintermånaderna och minst under sommarmånaderna. Idag är det 150-175 dagar per år med snö och på grund av klimatförändringarna kommer att minska med 15-35 dagar. Vidare kommer vårperioden med tjäle att bli kortare eftersom den isolerande snön försvinner samtidigt som växtsäsongen kommer öka med ungefär en månads tid (Länsstyrelsen Norrbotten, 2013).

Länsstyrelsen i Norrbotten hävdar att klimatförändringarna kommer påverka det tekniska fördröjningssystemen och menar på att en avlastning av vattenlednigssystemen bör studeras närmare. De anser att fler lösningar med lokalt omhändertagande av dagvatten bör tillämpas vid nybyggnationer (Länsstyrelsen Norrbotten, 2013).

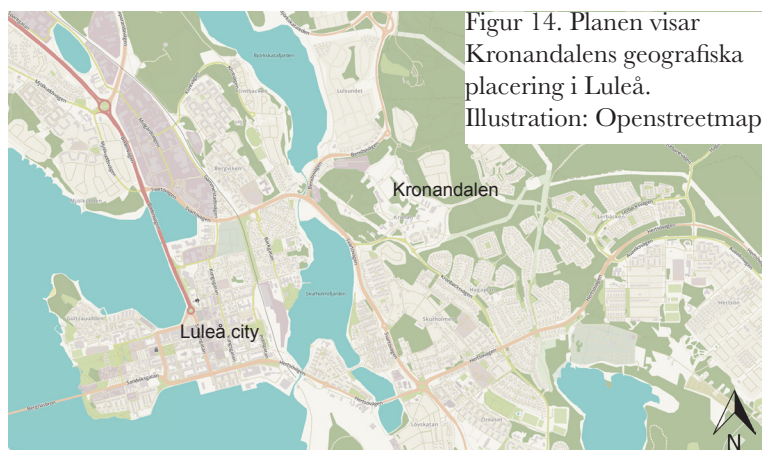
Figur 13. Karta över Sverige. Visar överskådligt avståndet mellan Köpenhamn, Malmö och Luleå.
Illustration:
Openstreetmap



4.1 Introduktion Kronandalen

Luleå kommun (2017) skriver att inom de närmsta åren planerar kommunen för 10 000 nya Luleåbor. Därmed har Luleå kommun ett antal olika stadsutvecklingsprojekt, och först ut är projektet Kronandalen. Området Kronan har under de senaste åren redan hunnit bygga upp ett flertal bostadsområden med större villaområden samt höghus och idag bor cirka 1 500 personer i området. Där finns allt från en återvinningscentral, ett elljusspår med skidstadion och skjutbana samt de gamla regementsbyggnaderna som innehåller bland annat en filmstudie, caféer, konstnärsbutik mm. Kronanområdet ligger ungefär 1 kilometer från Luleå centrum och är idag uppdelat i ett antal olika bostadsområden med olika karaktärer. För att länka ihop hela Kronanområdet planläggs ett område kallat Kronandalen där bostäder, förskolor, sporthall samt utökad service och nya arbetsplatser kommer att finnas (Christoffersson, 2016; Luleå Kommun, 2017). Kronandalen är ett gammalt militärområde och består idag till största del av blandskog med öppna gräsmattor som genomskärs av en del vägar. Kronandalen ligger som en dalgång mellan tre berg som öppnas upp mot Björkskatafjärden i nordväst. I väster ligger Lulsundsberget där det idag finns 6 punkthus varvar 2 till blir klara under 2017, omgivet av hålltallmark med motionsstråk. Öster om Kronandalen ligger Ormberget som idag är ett populärt friluftsområde (Christoffersson, 2016).

År 2030 ska Kronandalen vara färdigbyggt med närmare 2 000 nya bostäder och sina 7 000 Luleåbor (Luleå Kommun, 2017).

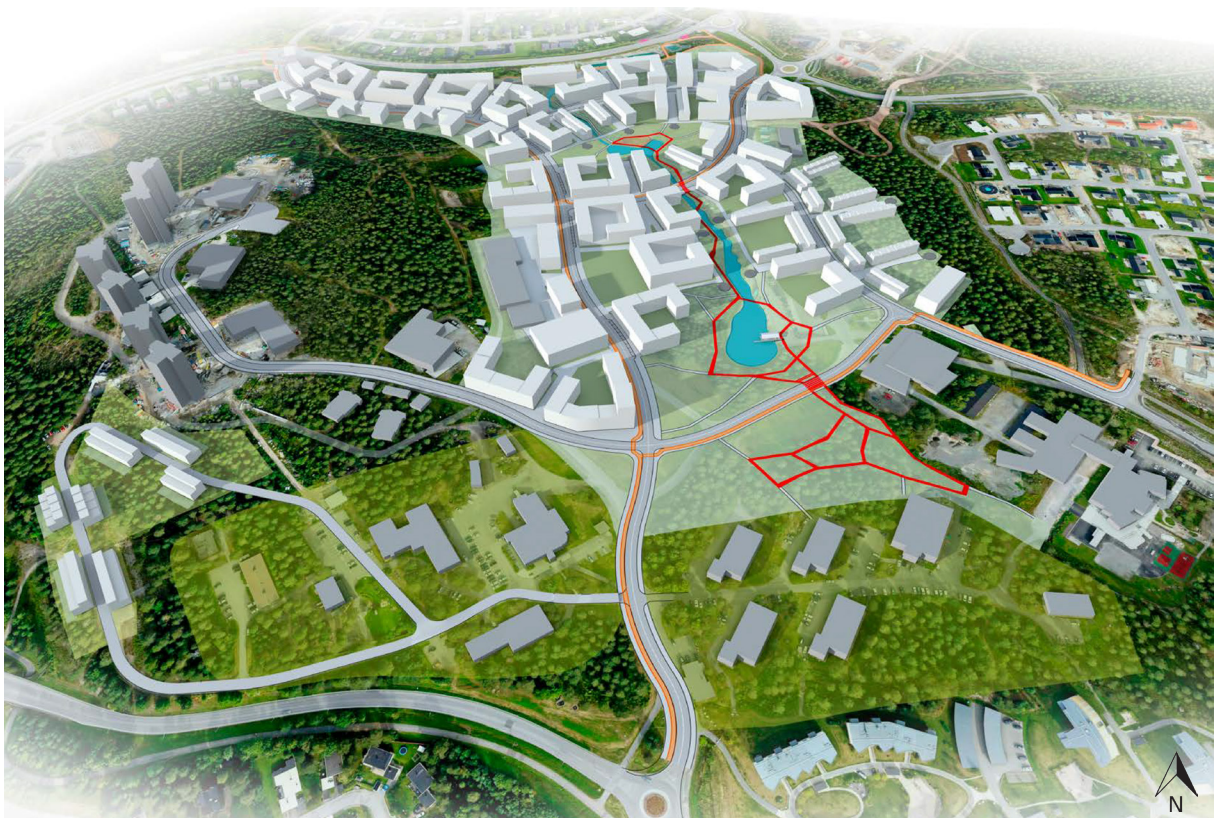


Figur 14. Planen visar Kronandalens geografiska placering i Luleå.
Illustration: Openstreetmap



Figur 15. Planen visar planerad bebyggelse i Kronandalen samt befintliga områden runtom.
Illustration: Luleå Kommun, 2015

Luleå kommun skriver i *Kvalitets- och Gestaltungsprogrammet för Kronan* (2015) att målbilden för Kronan har enda från start varit att skapa en Naturstad, en grön och modern stadsdel som är aktiv hela året runt. Runtom området finns goda möjligheter till rekreation, idrott och lek och Kronandalen är utformad för promenader och cykelturer. Kommunen skriver att grönstrukturen ligger högt upp på prioriteringslistan för stadsdelen, där syftet är att lyfta fram och ta tillvara på den befintliga grönstruktur som existerar idag och därmed kunna erbjuda invånarna höga rekreativa värden. De vill koppla den nya stadsdelens parker till omkringliggande natur- och friluftsområden. Ett grönstråk kommer löpa genom området med en öppen dagvattenhantering och kommer utgöra Kronandalens större gröna rum. Luleå kommun skriver att just vattnet kommer ha en stor betydelse för de rekreativa värdena och för vistelsen (Luleå Kommun, 2015).



Figur 16. Illustrationsplanen visar den nybyggda stadseken genom ett flygvy söderifrån.
Illustration: Luleå Kommun, 2015

ETAPPINDELNINGAR:

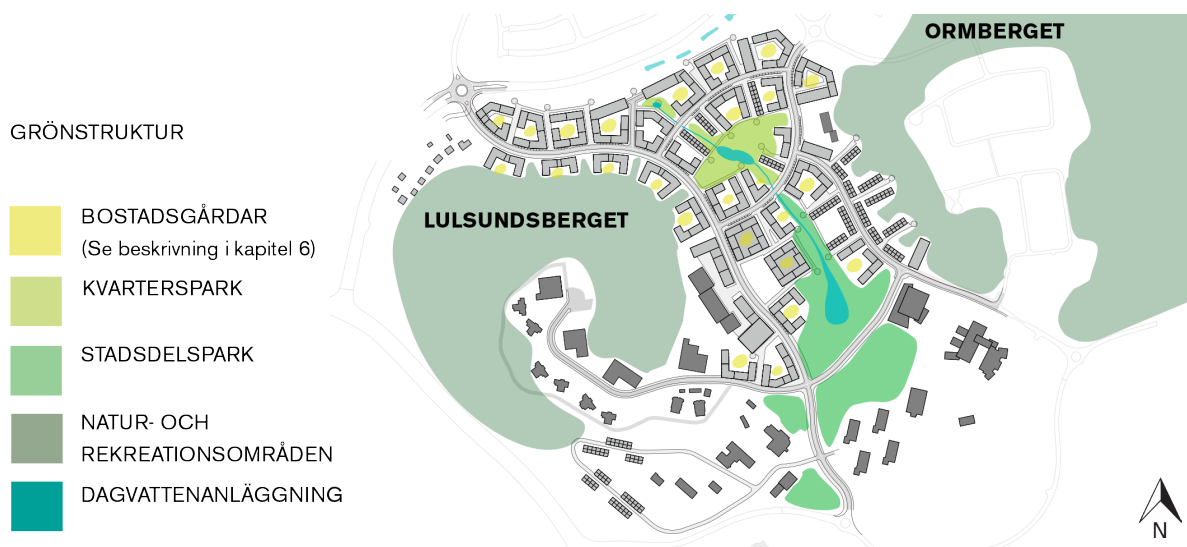
- ETAPP 1**
Bebyggelse kring och Norra parken, kedjehus i sydväst
- ETAPP 1b**
Bebyggelse närmast Bensbyvägen i nordöst
- ETAPP 2**
Parkstråk, Dagvattenanläggning, Stadsdelscentrum, Infart från Bensbyvägen
- ETAPP 3**
Stadsradhus i öster
- ETAPP 4**
Bebyggelse kring huvudgatans nordvästra del
- EXPLOATERAS I LÄMPLIGAST ETAPP**



Figur 17. Kronandalens etapp-uppdelning.
Under Etapp 2 kommer parkstärket och dagvattenanläggningen färdigställs.
Illustration: Luleå Kommun, 2015

4.2 Hantering av dagvatten i Kronandalen

Luleå kommun (2015) skriver att i en tät stad som Kronan blir kravet högre på tillgången till gröna rum, dessa i form av kvartersparker, stadsdelpark samt natur- och rekreationsområden. Luleå kommun vill skapa grönområden med olika funktioner och utformning, som ändras beroende på storlek, placering och förutsättning. Kommunen vill bevara de befintliga naturvärdena och i stor del utveckla områdena. De vill också förbättra kopplingarna mellan omkringliggande natur- och rekreationsområden som Lulsundsberget och Ormberget (Luleå Kommun, 2015). En mängd olika gröna och blåa anläggningar är planerade, se figur 18.



Figur 18. Illustrationen visar den befintliga grönstukturen, de planerade parkståken samt det planerade dagvattenanläggningen. Planen visar även den stärkta kopplingen mellan de befintliga naturvärdena.
Illustration: Stragetisk Arkitektur

Idag finns det redan ett antal fördröjningsdammar i områdets norra delar längst Bensbyvägen samt att det idag finns ett öppet dike som rinner längst Kronandalens lågpunkt. Kommunen hävdar fler fördröjningsdammar och diken kommer att behöva anläggas för att kunna hantera framtida flödestoppar som kommer att bli större i och med att marken bebyggs och de hårdgjorda ytorna ökar (Luleå Kommun, 2015; Christoffersson, 2016).

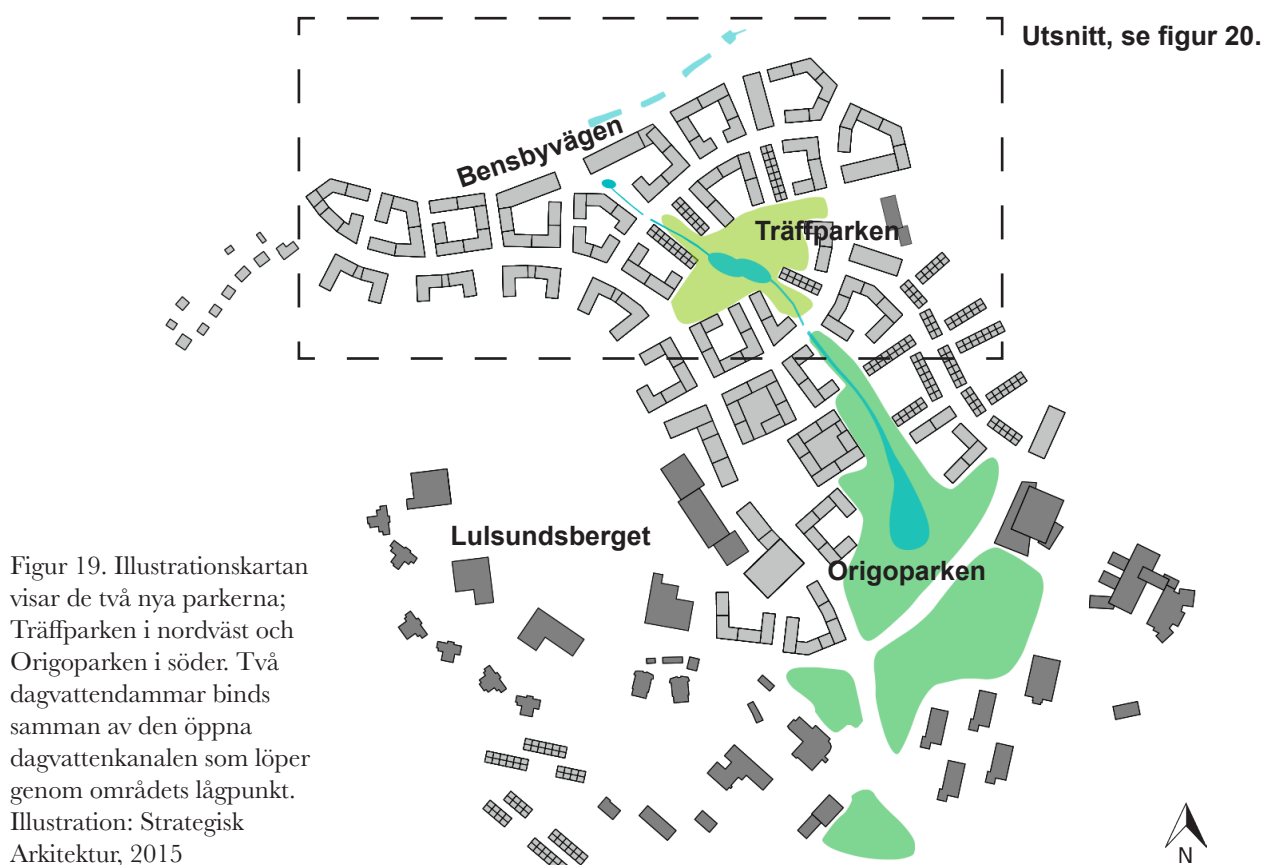
För att ge stadsbilden ännu ett rekreativt värde och för att öka vistelsekvaliteten vill kommunen ha inslag av vatten. Luleå kommun har därför utformat ett öppet dagvattenstråk i samband med parkstråket som löper genom hela området. Förutom öppna dagvattenlösningar längst gatorna ska markbeläggningen på torg, parker och gångstråk tillstå infiltration i hög grad och samtidigt vara tillgänglighetsanpassade. Luleå kommun skriver att även bostadsgårdar och kvartersmark kommer vara viktiga för fördröjning av dagvattnet och att gröna tak kan med fördel anläggas på grund av samma anledning (Luleå Kommun, 2015).

Dagvattenstråk

Luleå kommun (2015) vill att hela områdets dagvatten ska tas om hand via det parkstråk som förbinder stadsdelsparken Origoparken i söder, med kvartersparken Träffparken i nordväst, se figur 19. Längst parkstråket löper ett dagvattenstråk som i sin tur förbinder två dagvattendammar i vardera park. Områdets lägsta punkt är i Träffparken i nordväst, där dagvattnet kommer till största del att infiltreras, medan resten kommer ledas till kommunens dagvattenledningar. Eftersom hela nordvästra delar av området ligger i lågpunkt kommer det anläggas infiltrationsdiken i varje kvarter som tillåts översvämmas vid höga flöden. Kronandalen är ett utströmningsområde vilket medför att området har en relativt hög grundvattennivå på cirka 1 m under markytan (Luleå Kommun, 2015; Christoffersson, 2016).

Luleå kommun (2015) skriver att parkstråket är planerat för att ta emot dagvatten från större delen av Kronandalen inklusive vägar. Det kommer att finnas en zon mitt i gatan som samlar upp dagvattnet. Under vintertid kommer snön att läggas i en sträng i mitten av vägbanan, för att sedan transporteras vidare till uppsamlingsplatser för snö inom stadsdelen (Luleå Kommun, 2015; Christoffersson, 2016).

Luleå kommun (2015) menar att om vattnet i dammarna eller i kanalen blir stillastående bildas lätt alger och för att undvika detta skriver kommunen att vatten kan tillföras från lokala brunnar för att skapa en ständig rörelse.



Luleå kommun (2015) skriver att för de mer rekreativa värdena skapas en vattenspegel i form av en damm i Origoparken. I Träffparken breder dammen ut sig över ett större område och där är dammen tänkt för mer lek med hoppstenar och grunda vattennivåer samt en mer lugnare del med en stiliserad stensatt bäck. För att ge kanalen olika karaktärer ges emellanåt en mjuk kajkant mot bostäderna för att ge möjlighet till att komma närmare vattnet och en hård kajkant mot de centrala delarna (Luleå Kommun, 2015).

Dagvattendammarna

Luleå kommun (2015) beskriver dagvattendammarnas funktioner:

- ”Vattenspegel i parkerna
- Fördröjning av dagvatten
- Vattenrening med hjälp av strandmattor som avverkas med jämna mellanrum samt viss sedimentering
- Vattnet hålls rent genom att hålla det i rörelse hela tiden så att inte alger och mygg växer till. Under torra perioder tillförs vatten från egen brunn för att åstadkomma detta.
- Lek med vatten, tillgängliga ytor utan skyddande täta vegetationsmattor eller räcken har mest 20 cm djup.
- Vattnet hålls på jämn nivå med hjälp av mindre slussar
- Blomsterplanteringar som ger blomning i parken under så stor del av året som möjligt.
- Lekskulpturer”

(Luleå Kommun, 2015, s. 39)

Dagvattendamm 1 - Origoparken

Enligt Rendahl och Johansson (2016) föreslås dammens yta vara cirka 2000 kvm vid normal vattennivå, utifrån tillgänglig yta och för att få en bra funktion. Vid en förutsättning att dammen har lodräta kanter och då vattennivån stiger rakt upp kan dammen magasinera 1260 kvm vatten. Detta innebär en höjning på ca 0,63 m.

Dagvattendamm 2 - Träffparken

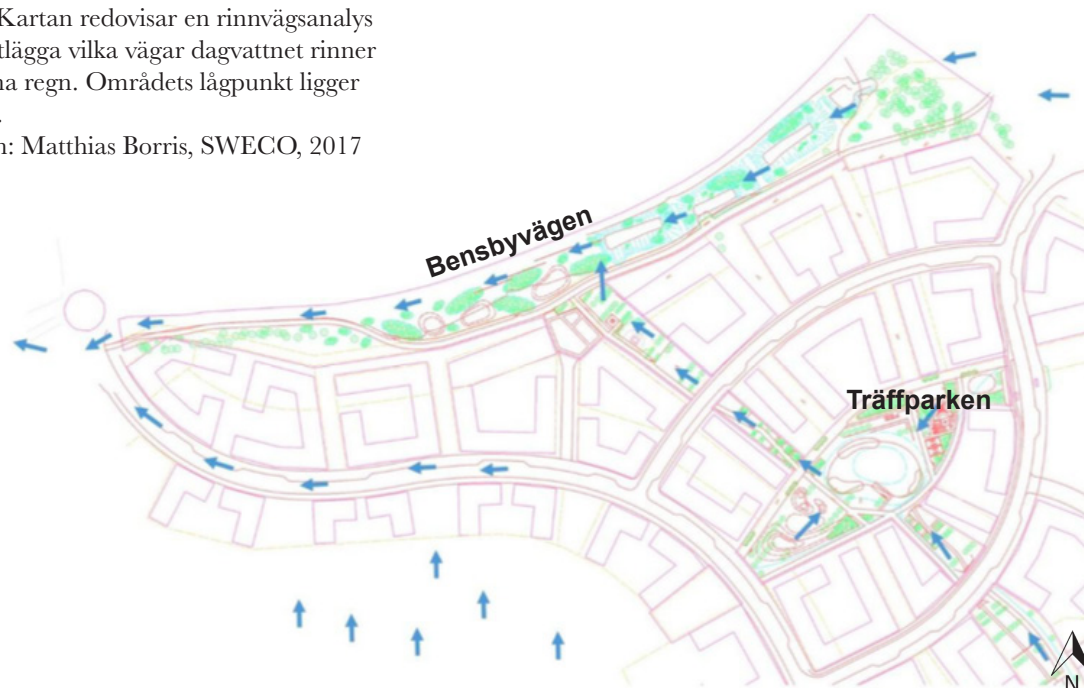
Dagvattendamm 2 föreslås utifrån tillgänglig yta och bra funktion att vara ca 1 400 kvm vid normal vattennivå (Rendahl & Johansson, 2016). Vid en förutsättning att dammen har lodräta kanter och då vattennivån stiger rakt upp kan dammen magasinera 1260 kvm vatten. Detta innebär en höjning på ca 0,90 m.

Borris (2017) skriver att det normaldimensionerade dagvattensystemens kapacitet räcker generellt inte för att hantera de flöden som uppstår vid kraftiga regntillfällen. Detta kan i sin tur leda till att systemen svämmar över och att vatten rinner till recipienten ovan mark. För att skydda bebyggelsen i Kronandalen mot skador kommer en höjdsättning i avrinningsområdet att göras som kommer skapa fria vattenvägar vilket gör att vattnet kan rinna till recipienten på ett säkert sätt (Borris, 2017).

Konsultföretaget SWECO har med hjälp av en GIS-mjukvara tagit fram en rinnvägsanalys för att kartlägga de vägar vattnet kommer ta vid extrema regn. Utifrån analysen identifieras trånga passager i den fria vattenvägen där betydande konsekvenser av översvämningar kan ske, se figur 20 (Borris, 2017).

Figur 20. Kartan redovisar en rinnvägsanalys för att kartlägga vilka vägar dagvattnet rinner vid extrema regn. Områdets lågpunkt ligger i nordväst.

Illustration: Matthias Borris, SWECO, 2017



Som tidigare nämnt kommer allt dagvatten i Kronandalen huvudsakligen att ledas till de två planerade dagvattendammarna i Origoparken och Träffparken. Borris (2017) menar att vid extrema regn där kapaciteten av dammarna i nordväst inte räcker, kommer vattnet att rinna genom parkstråket på markytan mellan Träffparken och Bensbyvägen. Borris identifierar denna passage som ett riskområde för översvämningar vid 100-årsregn, eftersom stråket är relativt trångt. Rätt dimensioner på diken och lutningar av vägar blir således viktiga för att säkerhetsställa att dessa områden klarar av att avleda vattenflödet på ett säkert sätt och på så vis undvika översvämningar (Borris, 2017). Borris har tagit fram ett antal rekommendationer för att minska risken för översvämningar och skador på bebyggelse:

- ”Takavrinning från omkringliggande hus bör inte avledas till parkstråket i syfte att minska flödena.
- Ingång till bebyggelse bör höjas, för att minska risken för intrång av vatten.
- Tunna ut växtligheten i parkstråket. Detta medför att stråket får en högre kapacitet att avleda vatten.
- Plantera träd istället för buskar. Buskar har en högre förmåga att dämna upp vatten och minska därför kapaciteten för stråket att avleda vatten”

(Borris, 2017, s. 4)

Snöplatser

Under stora delar av året faller snön över Luleå, och det är viktigt att det finns en plan för hur den stora mängden snö ska hanteras. Luleå kommun (2015) har planerat att anlägga flera mindre snöplatser, vilket innebär en hårdgjort yta avsedd att samla snön under skottning. Snöplatserna gestaltas som konstelement som under sommartid ger spänning och variation i gaturummet. Snöplatserna placeras på kvartersmark i anslutning till gångfartsområden för att underlätta skottningen samt minska antalet längre transporter. När snön sedan smälter filtreras vattnet innan de leds vidare till dagvattensystemen (Luleå Kommun, 2015).

6. Diskussion

6.1 Lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten

Det finns en mängd olika lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten i den täta staden. Många utav lösningarna går att anpassa för både privat och allmän mark. För privat mark är några utav de vanligaste lösningarna; gröna tak, infiltration gräsytor, genomsläppliga beläggningar, perkolationsmagasin, svackdiken och dammar. Privata tomter kommer i det stora hela ha stor betydelse för arbetet mot att skyfallsanpassa städer och förebygga översvämningar (Stahre, 2004; Malmö Stad, 2016). Om endast kommunal mark anpassas så kan arbetet ändå bli förgäves ifall de privata markerna inte gör sitt jobb med hantering av dagvatten.

För mark som ägs av flerfamiljshus eller allmän platsmark, d.v.s. den mark som tillhör kommunen, fastigheter eller verksamheter, finns även här flera olika vanliga lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Dessa är bland annat; genomsläpplig beläggning, växtmatta och regnträdgård. Ytor som torg, parkeringsytor eller bostadsgårdar kommer bli viktiga i arbetet att fördröja dagvattnet.

Även allmänna platser såsom parker, gång- och cykeltunnlar, lågprioriterade vägar samt ytorna kring vägar finns lösningar för hantering och fördröjning av dagvattnet. Dessa är bland annat; krossdiken, svackdiken, diken, rännor, kanaler, skyfallsstråk och dagvattentunnlar. Dessa lösningar blir extra viktiga vid de extrema flödena eftersom dessa lösningar kan hantera väldigt stora mängder vatten. Vissa vägar eller gator förväntas svämma över och är dimensionerade att kunna hantera 10 cm vatten, utan att skador ska kunna ske (Malmö Stad, 2016).

Några andra viktiga lösningar som kan ta emot och fördröja dagvattnet vid kraftiga skyfall är de planerade översvämningssytorna. Dessa benämns som öppna dammar, perkolationsmagasin/stenkista eller multifunktionella ytor. Dessa är ytor som förväntas kunna svämma över utan att större skador kan ske. De multifunktionella ytorna kan förespråkas eftersom ytorna har en funktion vid torrperioder och fungerar exempelvis som en idrottsplats samtidigt som ytan kan översvämmas vid skyfall (Malmö Stad, 2016).

6.2 Likheter och olikheter mellan Malmö stad och Köpenhamn kommun

Likheterna mellan Köpenhamn och Malmö är väldigt stora i arbetet mot att skyfallsanpassa städerna. Köpenhamn har sedan slutet av 1900-talet haft tydliga mål för hur de ska arbeta för att bli mer miljövänligare och har sedan 2005 minskat utsläppet av CO₂ med 38 % (City of Copenhagen, 2016). Köpenhamn har varit värd för ett antal stora världskända klimatmöten och färdigställde en Klimatanpassningsplan år 2009 där ett av målen är att Köpenhamn ska bli den första CO₂-neutrala staden i hela världen (City of Copenhagen, 2009). Tre år senare färdigställde Köpenhamn kommun en skyfallsplan och har sedan dess arbetat väldigt aktivt för att förebygga översvämningar. Stora delar av staden har redan byggts om, samtidigt som att det i många nybyggnationer tillämpas lösningar för hantering av dagvatten redan från start.

Malmö stad har fått mycket hjälp och inspiration från Köpenhamn och har använt mycket av deras lösningar och forskning för att ta fram Malmö Skyfallsplan (Malmö Stad, 2016). Upplägget för de två skyfallsplanerna skiljer sig dock ganska mycket och detta beror troligen på att städerna hunnit olika långt i arbetet och har olika prioriteringsområden samt prioriteringsmål. Båda städerna har ungefär samma förutsättningar i och med att de har en

lik geografisk placering och därmed ungefär samma perioder där risken för översvämning är stor. De har också en historia där innerstaden består till största del av kombinerat system i de centrala delarna av staden samt ett duplikatsystem i de yttre delarna. Vilket i sin tur innebär att de centrala och täta delarna av stadskärnan är mer utsatta och löper större risk att drabbas av översvämningar (Københavns Kommune, 2012; Malmö Stad, 2016). Vilka lösningar de båda städerna använder sig av är väldigt lika men det man framförallt kan särskilja är att Köpenhamn kommun arbetar mer med att anlägga underjordiska dagvattentunnlar och har i större mån viljan att leda dagvattnet ut i havet (Københavns Kommune, 2012; Malmö Stad, 2016). Både Malmö stad och Köpenhamn kommun är eniga om att arbetet mot att skyfallsanpassa städerna kommer kräva enorma kostnader men att de i slutändan lönar sig att investera pengarna i arbetet. Båda städerna har tagit fram en särskild budget som kommer att finansieras genom en kombination av offentliga samt privata inseväringar (Københavns Kommune, 2012; Malmö Stad, 2016).

Malmö och Köpenhamn arbetar för att kombinera skyfallsåtgärderna med fler positiva värden. De vill i samband med dagvattenlösningarna skapa en mer blå-grön struktur i staden med fler rekreativa miljöer, bättre trafiklösningar och ett bättre lokalklimat i stadsmiljön (Københavns Kommune, 2012; Malmö Stad, 2016).

6.3 Likheter och olikheter mellan Kronandalen, Malmö stad och Köpenhamn kommun

Luleå är en kuststad som ligger ca 150 mil från Malmö och Köpenhamn. Luleå har inte samma historia gällande skyfall men precis som Malmö och Köpenhamn har Luleås Länsstyrelse i Norrbotten gjort studier på att klimatet i Luleå kommer att bli varmare och blötare (Københavns Kommune, 2012; Länsstyrelsen Norrbotten, 2013; Malmö Stad, 2016). 35-40 % av all nederbörd som faller i Luleå faller som snö och i och med klimatförändringarna kommer nederbörden därmed att öka med ungefär 10 %. Mer snö kommer att falla samtidigt som antal dagar med snö kommer att minska med 15-35 dagar, vilket innebär att större mängd snö faller på kortare tid (Länsstyrelsen Norrbotten, 2013). Detta kommer medföra stora konsekvenser gällande snöhanteringen och framförallt hanteringen av de vatten som kommer från snösmältningen. Redan idag är det stora områden som översvämmas, speciellt under den tidiga vårperioden då det fortfarande är tjäle i marken vilket gör att vattnet blir stående eftersom det inte kan fördröjas. Stora mängder snö från taken medför också stora vattenflöden vid snösmältningen.

Det finns en hel del lösningar av dagvattenhantering som Luleå har gemensamt med Köpenhamn och Malmö. På privat mark är dessa framförallt; infiltration gräsytor, genomsläppliga beläggningar, svackdiken och till viss del gröna tak och privata dammar. Gällande allmän platsmark är det lösningar såsom; genomsläppliga beläggningar, svackdiken, diken, kanaler samt öppen dagvattendamm (Luleå Kommun, 2015; Christoffersson, 2016; Rendahl & Johansson, 2016).

Gällande just Kronandalen är tanken att två dagvattendammar samt en kanal som binder dem samman längst parkstråket ska ta emot allt dagvatten i området. Vattenytan i dagvattendammen i Origoparken är dimensionerad att kunna höjas med ca 0,63 m. Vattenytan i dagvattendammen i Träffparken är dimensionerad att kunna höjas med ca 0,90 m. Områdets lågpunkt är i de nordvästra delarna som är utrustade med fler diken för infiltration för de vatten som inte kan hanteras av dagvattendammarna samt kanalen (Luleå Kommun, 2015). En riskanalyskarta har tagits fram av konsultföretaget SWECO där trånga passager i den fria vattenvägen kan få betydande konsekvenser vid översvämningar. I detta fall kommer rätt

dimensioner på diken och lutningar av vägar bli således viktiga för att säkerhetsställa att dessa områden klarar av att avleda vattenflödet på ett säkert sätt för att undvika översvämningar (Borris, 2017).

Avseendevärt är att i de dokumenten gällande byggandet av Kronandalen nämns aldrig ordet skyfall. Emellanåt nämns 100-årsregn, men det tankesättet som både Malmö och Köpenhamn har gällande multifunktionella ytor, regnträdgårdar, rännor, dagvattentunnlar eller tillåtelsen att lågprioriterade vägar får svämmas över med 10 cm, finns inte i det material som studerats angående Kronandalen.

Enligt Luleå kommun (2017) ska ett antal nya idrottsanläggningar, torg mm. anläggas, och med tanke på det klimatförändringar som fastställts av Länsstyrelsen i Norrbotten (2013), hade dessa områden kunnat fungera som de multifunktionella ytorna som Malmö stad och Köpenhamn kommun planerar för. Enkla medel såsom gröna tak, regnträdgårdar, rännor i de hårdgjorda miljöerna och planerade översvämningssytor i Kronandalen, hade kanske kunnat få stora positiva effekter i framtiden.

6.4 Metod & arbetsprocess

Den största litterära studien i mitt arbete har varit Malmö och Köpenhamns skyfallsplaner. Hur städer arbetar med skyfallshantering i den stora planeringen väckte tidigt mitt intresse och jag tycker att jag fått en bredare kunskap över hur de två städerna arbetar för att motverka skyfall. Jag trodde att skyfallsplanerna skulle gå in mer på en djupare detaljnivå och förklara mer exakt vilka lösningar de använder, men eftersom det är ett sådant övergripande arbete har jag förstått att det är först i de mer detaljerade planerna som det bestäms vilken lösning som ska användas beroende på platsens förutsättningar. Jag fann det problematiskt att strukturera upp sammanställningen av de två skyfallsplanerna för att få ett bättre sammanhang. Anledningen som jag ser till detta är att Malmö och Köpenhamn hunnit olika långt i arbetet och har därför ett annorlunda upplägg på deras skyfallsplaner.

Eftersom jag studerat Köpenhamns skyfallsplan på danska kan givetvis misstolkningar skett. Att jag har haft kontakt med ett antal personer som är involverade i Malmö stads arbete mot skyfallsanpassningen har hjälpt mig att få tag på material som gjort att jag kunnat göra min mer detaljerade sammanställning av vanliga lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Även Peter Stahres arbeten har haft stor betydelse och hjälpt mig få en bra överblick över vilka lösningar som ofta används. Min sammanställning är därmed baserad på framförallt Malmö stads och Peter Stahres arbeten. Om jag haft kontakt med involverade personer i Köpenhamns arbete hade jag kanske funnit fler vanliga lösningar som Köpenhamn använder.

Gällande Kronandalen hade jag hoppats på lite mer detaljerad information, men det har varit svårt eftersom det är väldigt många aktörer som är involverade i arbetet samt att alla handlingar inte är helt färdigställda ännu. Tidsbegränsningen har definitivt påverkat mitt arbete, då jag gärna hade haft mer tid till att undersöka och komma i kontakt med fler involverade i arbetena i både Kronandalen, Malmö stad samt Köpenhamn kommun. Jag finner det svårt att konstatera om jag valde rätt begränsning på mitt arbete, men jag tycker att jag gjort en relativt tydlig sammanställning av de olika städernas arbeten samt sammanställningen om de vanliga lokala lösningarna för hantering av dagvatten. Det hade givetvis varit intressant att gå djupare i detalj, men samtidigt var syftet att få en mer övergripande förståelse över hur Malmö stad och Köpenhamn kommun arbetar samt hur andra kommuner tar sig an problematiken, och i detta fall Luleå. Jag kanske hade fått ett helt annat resultat om jag valt en kommun i södra Sverige som varit närmare att bli drabbade av skyfall, men samtidigt anser jag att det är viktigt att faktiskt alla är medvetna om klimatförändringarna samt vilka konsekvenser de kan medföra.

I framtida studier finns möjligheten att studera de mer detaljerade planerna för ombyggnadtionerna i de olika städerna. Intressant är att se hur arbetet utvecklas i Malmö och Köpenhamn och inte minst i Luleå. Det hade varit intressant att haft mer kontakt med involverade personer eftersom det möjligtvis finns information jag inte fått ta del av. Det skulle också vara intressant att se hur Malmös och Köpenhamns arbete med att skyfallsanpassa städerna, faktiskt står emot kommande skyfall. Öven hur klimatförändringarna påverkar resten av Sveriges kommuner och vilka som kommer anamma arbetet med att skyfallsanpassa sin stad.

7. Slutsats

Det finns en mängd vanliga lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. För privat mark finns där bland annat; gröna tak, infiltration gräsytor, genomsläppliga beläggningar, perkulationsmagasin, svackdiken och dammar. För mark som tillhör bostadsgårdar, fastigheter och verksamheter är detta vanliga lösningar; genomsläpplig beläggning, växtmatta och regnträdgård. Ytor som torg, parkeringsytor eller bostadsgårdar kommer bli viktiga i arbetet att fördröja dagvattnet. Andra lösningar som har stor betydelse för hantering av dagvatten på med allmän mark är; krossdiken, svackdiken, diken, rännor, kanaler, skyfallsstråk och dagvattentunnlar. Andra viktiga lösningar är också öppna dammar, perkulationsmagasin/stenkista eller multifunktionella ytor.

Konsekvenserna orsakade av översvämningar har genom flera studier i Danmark och Sverige visat sig kosta mer än att faktiskt förebygga översvämningarna. För att arbetet mot att skyfallsanpassa en stad krävs det att både kommuner, företag och privatpersoner engagerar sig.

Både Malmö och Köpenhamn är två storstäder som faktiskt har råkat ut för kraftiga översvämningar och har båda upprättat en skyfallsplan för att förebygga konsekvenserna av översvämningar. De båda städerna jobbar väldigt likt gällande lösningar och tankesätt med hanteringen av dagvattnet. Resultatet av fallstudien visar att Luleå inte har samma grundprinciper eller prioriteringar gällande planering och förebyggande av skyfall. I Luleå arbetar de mer för normaldimensionerade regn men har till viss del liknande lösningar som Malmö och Köpenhamn. Det som framförallt skiljer Luleå kommun från de andra städerna är att de inte har samma syn gällande tillåtelsen för vissa områden att faktiskt få översvämma utan större att skador sker. Multifunktionella ytor eller lågprioriterade flödesvägar är något som Luleå kommun på ett enkelt sätt borde kunna anamma från Malmö och Köpenhamn.

8. Avslutande reflektion

Genom att ha studerat de olika skyfallsplanerna så har jag fått en förståelse över vilka extrema kostnader översvämningar för med sig till både den direkta individen samt samhället i stort. De extrema kostnaderna för att reparera skadegörelser på byggnader, allmänna platser och vägar visar sig vara mer kostsamma för både Malmö och Köpenhamn än att faktiskt bygga om och förebygga skyfall (Københavns Kommune, 2012; Malmö Stad, 2016). I århundraden har vatten fungerat som en grundpelare för människan och just hantering av dagvatten har alltid funnits (Stokman, 2008). Stahre (2004) skriver att grundprincipen för dagvattnet är nederbörden så fort som möjligt ska återförenas till det naturliga kretsloppet när det nått marken. En kombination av både de tekniska lösningarna under mark samt de öppna dagvattensystemen

ovan mark, kommer att hjälpa städer att bli mer resilienta (Stahre, 2004).

Både Malmö stad och Köpenhamn har visat stor tyngd i att multifunktionella utformade lösningar kan tillföra fler värden än att fördröja dagvatten. Fler gröna ytor i den växande hårdgjorda staden kommer att bli allt mer viktiga för både hantering av dagvatten samt att det medför rekreativa värden för människan. Det kommer att krävas ett förändrat tankesätt i och med klimatförändringarna och ett stort ansvar ligger hos just kommunernas planerare; landskapsarkitekter, husarkitekter, planarkitekter, VA-ingenjörer m.fl.

Jag tror att det är en stor fördel för många kommuner att börja ta klimatförändringarna på större allvar. Som tidigare sagt, har områden som tidigare varit förskonade från översvämningar nu drabbats, och med tanke på vad forskningen pekar på så kommer ännu fler områden att drabbas i framtiden. Trots att en stad eller ett område inte blivit drabbat än, så kan det finnas en poäng med att förebygga dessa typer av konsekvenser.

Fler städer än Malmö, kanske inte har råd att *inte* skyfallsanpassa sin stad.

9. Källförteckning

Borris, M. (2017). *PM Kronandalen*. Luleå: SWECO

Brådén, L. (2016). *Plats för vatten - Ett gestaltungsförslag för Höganäs hamn*. Masterarbete, SLU, Sveriges lantbruksuniversitet . Alnarp. Available from: <http://stud.epsilon.slu.se/9828/> [Accessed 2017-03-31].

Christoffersson, E. (2016). *Kronandalen - Gestaltning med hållbar dagvattenhantering i Luleå*. Masterarbete, SLU, Sveriges lantbruksuniversitet . Uppsala. Available from: <http://stud.epsilon.slu.se/9279/> [Accessed 2017-03-27].

City of Copenhagen (2009). *Copenhagen Climate Plan - The short version*. The Technical and Environmental Administration. Köpenhamn. Available from: <https://www.energycommunity.org/documents/copenhagen.pdf> [Accessed 2017-05-03].

City of Copenhagen (2016). *CHP 2015 Climate Plan - Roadmap 2017-2020*. Technical and Environmental Administration. Köpenhamn. Available from: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1586_0kE7bzR28V.pdf [Accessed 2017-05-03].

Delshammar, T. (2017). Landskapsarkitekt vid förvaltaavdelningen på gatukontoret, Malmö stad. Mailkontakt den 18 april 2017.

Eriksson, E. & Lyth, A. (2016). *Fler nyanser av grönt och blått*. Masterarbete, SLU, Sveriges lantbruksuniversitet . Alnarp. Available from: <http://stud.epsilon.slu.se/8971/> [Accessed 2017-03-20].

Höganäs kommun (2011). *Klimat PM - Stigande havsnivåer & erosion i Höganäs kommun*. Stadsbyggnadsförvaltningen. Höganäs. Available from: https://www.hoganas.se/globalassets/documents/invanare/bygga-bo-och-miljo/planavdelningen/ovriga/klimatpm_ks2012_internet.pdf [Accessed 2017-05-03].

IPCC (2007): *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group II. Summary Report. Available from: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf [Accessed 2017-03-31]

Københavns Kommune (2012). *Københavns Kommunes Skybrudsplan*. Köpenhamn. Available from: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1018_l9HA0rd2PF.pdf [Accessed 2017-03-21].

Luleå Kommun (2015). *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Luleå Kommun (2016). *Vision Luleå 2050 - Luleå kommun*. Available from: <http://www.lulea.se/kommun--politik/hallbar-utveckling/vision-lulea-2050.html> [Accessed 2017-05-03].

Luleå Kommun (2017). *Kronan Luleå - Om Kronan*. Available from: <http://kronanlulea.se/om-kronan/>. [Accessed 2017-04-24].

Länsstyrelsen Norrbotten (2013). *Klimatförändringar i Luleå Kommun*. Luleå. Available from: <http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten/Sv/publikationer/miljo%20och%20klimat/Anpassning%20klimat/Kommunrapporter/Lulea.pdf> [Accessed 2017-05-05].

Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan> [Accessed 2017-03-21].

Mathur, A., & da Cunha, D. (2009). *SOAK - Mumbai in an Estuary*. New Delhi: Rupa & Co.

Pedersen, H. (2015-). *Malmö är fortfarande inte redo för nya skyfall*. Sydsvenskan. Available from: <http://www.sydsvenskan.se/2015-10-03/malmo-ar-fortfarande-inte-redo-for-nya-skyfall>. [Accessed 2017-04-04].

Ramböll (2016). *Sammanställning av exempel på skyfallsåtgärder*. Malmö: Malmö Stad. [Accessed 2017-04-18]

Rendahl, P. & Johansson, T. (2016). *Luleå Kommun Systemhandling VA Kronandalen*. Luleå: WSP. [Accessed 2017-04-05]

Shah, A. (2009). COP15 - Copenhagen Climate Conference. Global Issues. Available from: <http://www.globalissues.org/article/784/cop15-copenhagen-climate-conference>. [Accessed 2017-04-21]

Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhatering*. Malmö: Svenskt Vatten.

Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden - Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Malmö, Sweden. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Samarbetsprojekt/Peter-Stahres-Stipendium>. [Accessed 2017-05-08]

Stokman, A. (2008). *Water purificative landscapes—constructed ecologies and contemporary urbanism*. In: Kuitert, Wybe. Transforming with water. Proceedings of the 45th World Congress of the International Federation of Landscape Architects IFLA 2008, Blauwdruk/ Techne Press, Wageningen, s. 51-61, Available from: https://www.researchgate.net/profile/Antje_Stokman/publication/228620266_Water_purificative_landscapes-constructed_ecologies_and_contemporary_urbanism/links/5553aef508ae6943a86f2e21/Water-purificative-landscapes-constructed-ecologies-and-contemporary-urbanism.pdf [2017-04-20]

UNFCCC (2014). *Copenhagen Climate Change Conference - December 2009*. United Nations Framework Convention on Climate Change. Available from: http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/meeting/6295.php. [Accessed 2017-04-20]

10. Figurförteckning

Alla fotografier eller illustrationer är tagna eller producerade av författaren om inget annat anges. Alla bilder är godkända för arbetet.

Figur 1. Falck, M. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 2. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 3. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 4. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 5. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 6. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 7. Falck, M. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 8. Københavns Kommune (2012). *Københavns Kommunes Skybrudsplan*. Köpenhamn. Available from: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1018_l9HA0rd2PF.pdf [Accessed 2017-03-21].

Figur 9. Københavns Kommune (2012). *Københavns Kommunes Skybrudsplan*. Köpenhamn. Available from: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1018_l9HA0rd2PF.pdf [Accessed 2017-03-21].

Figur 10. Sky Garden Ltd (2010). Available from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:British_Horse_Society_Head_Quarters_and_Green_Roof.jpg [Accessed 2017-05-10].

Figur 11. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan>[Accessed 2017-03-21].

Figur 12. Falck, M. Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan version till tekniska nämnden*. Malmö. Available from: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Oversvamning/Gemensamt-arbete-i-en-skyfallsplan> [Accessed 2017-03-21].

Figur 13. Openstreetmap. Available from: <http://www.openstreetmap.org> [Accessed 2017-05-19].

Figur 14. Openstreetmap. Available from: <http://www.openstreetmap.org> [Accessed 2017-05-19].

Figur 15. Luleå Kommun (2015). *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Figur 16. Luleå Kommun (2015). *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Figur 17. Luleå Kommun (2015). *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Figur 18. Strategisk Arkitektur (2015) *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Figur 19. Strategisk Arkitektur (2015) *Kronandalen - Kvalitets- och gestaltningsprogram*. Luleå. Available from: <http://www.lulea.se/samhalle--gator/aktuella-projekt/kronan---ny-stadsdel-i-lulea/kvalitets-och-gestaltningsprogram.html> [Accessed 2017-03-31]

Figur 20. Borris, M. (2017) *PM Kronandalen*. Luleå: SWECO